



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenl gungsschrift**
⑩ **DE 199 11 145 A 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
G 02 B 21/22

②① Aktenzeichen: 199 11 145.6
②② Anmeldetag: 12. 3. 99
④③ Offenlegungstag: 16. 9. 99

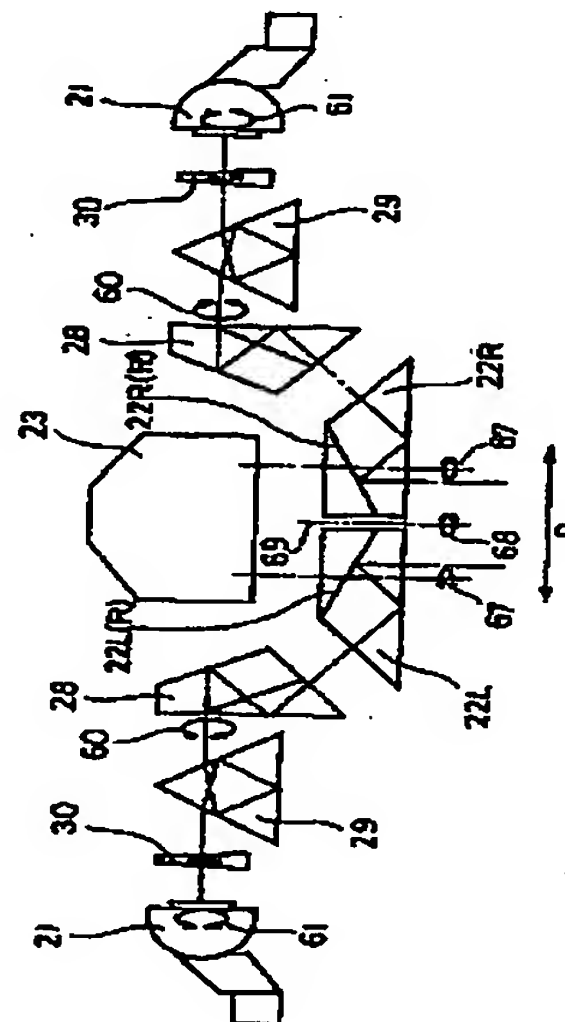
DE 199 11 145 A 1

③⑩ Unionspriorität:
10/080545 13. 03. 98 JP
⑦① Anmelder:
Olympus Optical Co., Ltd., Tokio/Tokyo, JP
⑦④ Vertreter:
H. Weickmann und Kollegen, 81679 München

⑦② Erfinder:
Hanzawa, Toyoharu, Hachioji, Tokio/Tokyo, JP;
Kondou, Toyohiro, Hachioji, Tokio/Tokyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- ⑤④ Stereomikroskop
⑤⑦ Ein Stereomikroskop umfaßt ein Objektivsystem, ein System mit variabler Brennweite und ein Linsentubussystem und ist dadurch gekennzeichnet, daß eine Mehrzahl von Strahlenteilerelementen (22L, 22R, 23), die Strahlenteilerflächen (22L(R), 22R(R)) besitzen, welche ein von dem System variabler Brennweite austretendes Lichtbündel teilen, derart angeordnet ist, daß die abgeteilten Lichtbündel in das Linsentubussystem (21, 21) gelangen und daß eine Grenze zwischen einer der Strahlenteilerflächen oder einer Verlängerungsebene davon und einer anderen der Strahlenteilerflächen oder einer Verlängerungsebene davon innerhalb des Lichtbündels liegt, das aus dem System variabler Brennweite austritt.



DE 199 11 145 A 1

Die Erfindung betrifft ein Stereomikroskop, welches ein Paar rechter und linker Aperturblenden aufweist, die nach einem gemeinsamen optischen System angeordnet sind, das ein optisches System mit variabler Brennweite zum Teilen eines Lichtbündels in rechtes und linke Lichtbündel für rechte und linke Augen aufweist, und welches die Betrachtung eines Bilds durch mehrere Betrachter gestattet.

Ein Stereomikroskop, welches die Betrachtung vergrößerter Bilder von Objekten gestattet und stereoskopische Information vermittelt, erleichtert die Durchführung von Arbeiten an Objekten und dient insbesondere zur Verwendung als Operationsmikroskop.

Es wird nun ein Stereomikroskop am Beispiel eines Operationsmikroskops beschrieben.

Um kompliziertere medizinische Operationen durchführen zu können, besteht der Wunsch nach einem Operationsmikroskop, welches ermöglicht, daß ein Bild von mehreren Beobachtern gleichzeitig und in gewünschten Richtungen betrachtet werden kann.

Ein bekanntes Operationsmikroskop, wie es in der japanischen Patentschrift Kokei Nr. Hei-4-156412 (entsprechend DE 41 23 279 C2) offenbart ist, ist derart konfiguriert, daß Lichtbündel durch ein einziges optisches System mit variabler Brennweite hindurchtreten, um Bilder herzustellen, die vom rechten und linken Auge betrachtet werden können. Bei diesem herkömmlichen Operationsmikroskop kann man die Betrachtungsrichtung frei ändern, indem man Aperturblenden für rechte und linke optische Wege, die nach dem optischen System mit variabler Brennweite angeordnet sind, um eine optische Achse des optischen Systems mit variabler Brennweite verdreht, und es gestattet die Betrachtung eines Bilds durch mehrere Betrachter.

Ein weiteres herkömmliches Beispiel eines Stereomikroskops ist in der japanischen Patentschrift Kokei Nr. Hei 9-318882 offenbart, entsprechend DE 197 18 102 A1. Dieses herkömmliche Beispiel verwendet ein Übertragungslinsensystem, das nach dem oben beschriebenen optischen System mit variabler Brennweite angeordnet ist, um Aberrationen in günstiger Weise zu korrigieren. Eine optische Weglänge, welche durch das Übertragungslinsensystem verlängert ist, ist durch Anordnung von Reflexionselementen geknickt, um einen Augenort zur Objektseite hin abzusenken. Ferner ist eine Blende an einer Stelle angeordnet, die mit einer Apertur übereinstimmt, um eine Änderung des Stereoeffekts zu reduzieren, die durch Ändern einer Vergrößerung verursacht wird.

Fig. 1 zeigt ein Beispiel eines Stereomikroskops, welches die Betrachtung in einer gewünschten Richtung gestattet. In Fig. 1 bezeichnet 1 einen halbdurchlässigen Spiegel oder Halbspiegel, 2 eine Objektivlinse, 3 eine Stereoeffekt-Einstellblende, 4, 5 und 6 Reflexionselemente, 7 ein brennpunktloses Zoom-Linsensystem, 8 ein Strahlenteilerelement, 9 ein Reflexionselement, 10 eine erste Linsenkomponente eines Übertragungslinsensystems, 11, 12 und 13 Reflexionselemente und 14 eine zweite Linsenkomponente des Übertragungslinsensystems.

Bei dem oben beschriebenen herkömmlichen Stereomikroskop ist an einer Seite, die der Objektseite des Halbspiegels 1 entgegengesetzt ist (in Fig. 1 über dem Halbspiegel 1) eine Beleuchtungsvorrichtung angeordnet, um ein zu betrachtendes Objekt coaxial zu einer Betrachtungsachse zu beleuchten. Ein Lichtbündel von einem Objekt, das mit der Beleuchtungsvorrichtung beleuchtet ist, wird durch den Halbspiegel 1 reflektiert und tritt durch die Objektivlinse 2 hindurch, um hierdurch als brennpunktloses Lichtbündel auszutreten. Das brennpunktlose Lichtbündel tritt durch die Stereoeffekt-Einstellblende 3 und wird durch die Reflexionselemente 4, 5 und 6 reflektiert, um dann in Fig. 1 nach oben weiterzulaufen. Nach Passieren des brennpunktlosen Zoom-Linsensystems 7, das nach dem Reflexionselement 6 angeordnet und zu der Objektivlinse 2 coaxial ist, wird das brennpunktlose Lichtbündel durch das Strahlenteilerelement 8 geteilt. Genauer gesagt, wird das aus dem brennpunktlosen Zoom-Linsensystem 7 austretende Lichtbündel durch das Strahlenteilerelement 8 reflektiert, durch das Reflexionselement 9 gemäß Fig. 1 nach unten reflektiert, zur Herstellung eines Bilds von dem Objekt durch die erste Linsenkomponente des Übertragungslinsensystems abgebildet, welches ein brennpunktloses Lichtbündel erzeugt, und durch die Reflexionselemente 11, 12 bzw. 13 reflektiert, wodurch das Lichtbündel auf einer Verlängerungslinie einer optischen Achse des von der Objektseite einfallenden Lichtbündels in Fig. 1 nach oben gerichtet wird und nahezu parallel zur optischen Achse des einfallenden Lichtbündels verläuft. Da bei diesem Stereomikroskop der Betrachter seine Augen in der Nähe des Objekts und mit tiefliegendem Augenort anordnen kann, auch wenn es ein optisches System mit einem langen optischen Weg verwendet, kann es wie ein normales Stereomikroskop benutzt werden. Die Einstellung eines Pupillenorts kann erleichtert werden, indem eine Linsenkomponente in der Nähe eines Bildpunkts bzw. einer Abbildungsebene des Übertragungslinsensystems in diesem optischen System angeordnet wird.

Nun wird anhand von Fig. 2 ein herkömmlicher Zwischenlinsentubusabschnitt für ein Stereomikroskop beschrieben, der ein Lichtbündel zur Betrachtung durch zwei Betrachter teilt und wie beim erfindungsgemäßen Stereomikroskop, die Betrachtung durch mehrere Betrachter gestattet.

In Fig. 2 bezeichnet 15 einen Strahlenteiler, der ein Lichtbündel in ein Hauptbetrachter-seitiges und ein Nebenbetrachter-seitiges Lichtbündel aufteilt; 16 ein Dachkantprisma, das an der Hauptbetrachterseite angeordnet ist; und 17 einen Linsentubus an der Hauptbetrachterseite. Ferner bezeichnet 18 ein Parallelogramm-Dachkantprisma; 19 ein Dreifachreflexions-Dachkantprisma; 20 einen Bilddreher; und 21 einen Linsentubus an der Nebenbetrachterseite bezeichnet. Diese Elemente bilden ein optisches System an der Nebenbetrachterseite.

Bei dem in Fig. 2 gezeigten Zwischen-Linsentubusabschnitt geht ein Lichtbündel, das auf den Strahlenteiler 15 fällt und durch diesen Strahlenteiler übertragen wird, von jenen Lichtbündeln, die aus dem Übertragungslinsensystem austreten, welches ein Lichtbündel nur einmal abbildet, zu der Hauptbetrachterseite. Genauer gesagt, wird ein Bild, das von dem durch den Strahlenteiler übertragenen Lichtbündel erzeugt wird, durch das Aufricht-Dachkantprisma 16 aufgerichtet und fällt auf den Hauptbetrachter-seitigen Linsentubus zur Betrachtung durch einen Hauptbetrachter.

Andererseits geht ein Bild, das durch ein von dem Strahlenteiler 15 reflektiertes Lichtbündel gebildet wird, zu der Nebenbetrachterseite, oder fällt auf das Parallelogramm-Prisma 18, tritt durch dieses Prisma hindurch, wird beim Durchtritt des Dachkant-Prismas 19 aufgerichtet, tritt durch den Bilddreher 20 hindurch und fällt auf den Nebenlinsentubus 21 zur Betrachtung durch den Nebenbetrachter.

Der Zwischenlinsentubus an der Nebenbetrachterseite mit der obigen Konfiguration verwendet das Parallelogramm-

Prisma, um einen ausreichenden Abstand zwischen der Nebenbetrachterseite und der Hauptbetrachterseite herzustellen, und ist um eine optische Achse des Übertragungslinsensystems und um eine optische Achse zwischen dem Parallelogramm-Prisma 18 drehbar. Durch Drehen des optischen Systems hinter dem Dachkantprisma 19 und des nebenseitigen Linsentubus mit einem Winkel, der zweimal so groß ist wie der Drehwinkel des optischen Systems, läßt sich am Zwischenlinsentubus die Blickrichtung ohne Bilddrehung ändern. Ferner befindet sich eine Apertur an einer Stelle, die von den Linsentuben 17 und 21 der Hauptbetrachterseite und der Nebenbetrachterseite versetzt ist, so daß die optische Weglänge an der Nebenbetrachterseite nahezu gleich jener der Hauptbetrachterseite ist. Die Apertur ist vor dem Bilddreher 20 angeordnet, um diesen kompakt auszubilden.

Dieser Zwischenlinsentubus ermöglicht es, daß ein Bild gleichzeitig von zwei Betrachtern betrachtet werden kann. Ferner besteht die Möglichkeit, daß ein Bild von drei oder mehr Betrachtern betrachtet werden kann, wenn der Strahlenteilerabschnitt mehrstufig angeordnet ist.

Ein Stereomikroskop mit diesem Zwischenlinsentubus ermöglicht es, daß mehrere Operateure an einer medizinischen Operation teilnehmen. Jedoch besteht der Wunsch, daß ein Abstand zwischen dem Operateur und der zu operierenden Stelle verkürzt wird. Da die Teilnahme von drei Operateuren eine fortschrittlichere Operation gestattet, besteht der Wunsch nach einem Mikroskop, mit dem die drei Operateure ihre Augen nahe der zu operierenden Stelle anordnen können und das ein helles Bild ergibt.

Jedoch kann ein herkömmliches Mikroskop diese Wünsche nicht in zufriedenstellender Weise erfüllen. Ferner kann man effektive Information aus Strahlen erhalten, die für das menschliche Auge unsichtbar oder zu schwach sind. Beispielsweise machen Infrarotstrahlen die Haut durchsichtig, um hierdurch Stellen von Blutgefäßen klarer zu machen, und Fluoreszenz bewirkt, daß bestimmte Gewebszellen hierfür spezifische Fluoreszenz emittieren. Ein Videobild ist zur Betrachtung eines solchen Objekts gut geeignet, weil es Kontur und Farben verstärken kann, um hierdurch kleine Unterschiede herauszustellen und die Bewertung zu erleichtern. Ferner soll das Videobild in einem Zustand erzeugt werden können, in dem es durch mehrere Operateure stereoskopisch betrachtet und in Übereinstimmung gebracht werden kann, während die Operateure eine Operation durchführen. Ferner sollen Videoaufnahmeverrichtungen kompakt ausgebildet und angeordnet werden können, so daß sie die Operation nicht behindern.

Eine erste Aufgabe der Erfindung ist es, ein Stereomikroskop anzugeben, welches die Bildbetrachtung durch eine große Anzahl von Betrachtern gestattet, und an dem eine stereoskopische Videoaufnahmeverrichtung angeordnet werden kann, die jedem Betrachter zugeordnet ist, bei der eine Aufnahmerichtung einer stereoskopischen Videovorrichtung in Verbindung mit einer Betrachtungsrichtung des Betrachters geändert werden kann oder/und ein stereoskopisches Videobild und ein Betrachtungsbild unter Verwendung eines Halbspiegels zusammengesetzt werden kann.

Eine zweite Aufgabe der Erfindung ist es, ein Stereomikroskop anzugeben, das eine Bildbetrachtung durch eine große Anzahl von Betrachtern gestattet und ermöglicht, die Augen in der Nähe des Niveaus der Operationsstelle anzuordnen.

Eine dritte Aufgabe der Erfindung ist es, ein Stereomikroskop anzugeben, mit dem man ein stereoskopisches Bild in Betrachtungsrichtung eines Betrachters aufnehmen kann.

Eine vierte Aufgabe der Erfindung ist es, ein Stereomikroskop anzugeben, das als eine kompakte Bildaufnahmeverrichtung ausgebildet ist, die eine Bildbetrachtung durch eine große Anzahl von Betrachtern gestattet und ein stereoskopisches Bild aufnehmen kann.

Das erfindungsgemäße Stereomikroskop umfaßt ein optisches Objektivsystem; ein optisches System mit veränderlicher Brennweite; sowie ein optisches Linsentubussystem, dadurch gekennzeichnet, daß eine optische Achse des optischen Objektivsystems zu jener des optischen Systems mit veränderlicher Brennweite optisch ausgerichtet ist oder fluchtet, wobei das Mikroskop zumindest eine Abbildungsstelle oder einen Abbildungspunkt aufweist, wobei das optische Linsentubussystem ein Paar rechter und linker Aperturblenden, eine abbildende Linsenkomponente sowie ein Okular aufweist, wobei rechte und linke optische Betrachtungsachsen, welche durch die rechten und linken Aperturblenden definiert sind, optisch nicht zu einer optischen Achse des optischen Systems mit veränderlicher Brennweite ausgerichtet sind oder mit dieser fluchten, wobei das Mikroskop mehrere Reflexionselemente mit Strahlenteilerflächen aufweist, die ein aus dem optischen System mit veränderlicher Brennweite austretendes Lichtbündel in ein durchtretendes Lichtbündel und reflektierte Lichtbündel teilen, und daß eine Grenzlinie oder Ebene, auf der sich die Strahlenteilerfläche eines der Reflexionselemente oder eine Verlängerungsebene der Strahlenteilerfläche mit der Strahlenteilerfläche eines anderen Reflexionselements oder einer der Verlängerungsebene der Strahlenteilerfläche schneidet, innerhalb des Lichtbündels liegt, das aus dem optischen System mit veränderlicher Brennweite austritt.

Das erfindungsgemäße Stereomikroskop umfaßt somit ein optisches Objektivsystem, ein optisches System mit veränderlicher Brennweite und ein optisches Linsentubussystem, wie beispielsweise in Fig. 1 gezeigt, wobei eine optische Achse des optischen Objektivsystems zu jener des optischen Systems mit variabler Brennweite optisch ausgerichtet ist oder fluchtet, wobei das Mikroskop zumindest eine Abbildungsstelle aufweist, und wobei das optische Linsentubussystem ein Paar rechter und linker Aperturblenden, eine Abbildungslinsenkomponente und ein Okular aufweist, wodurch das Stereomikroskop die gleichzeitige Betrachtung eines Bilds durch mehrere Betrachter gestattet.

Um eine solche Bildbetrachtung zu ermöglichen, umfaßt das erfindungsgemäße Stereomikroskop eine Objektivlinsenkomponente 2, ein brennpunktloses Linsensystem mit veränderlicher Brennweite 7, das optisch coaxial zu der Objektivlinsenkomponente 2 ist und ein brennpunktloses Übertragungssystem 10-14 vom Einzelabbildungs- bzw. -zyklustyp, wie beispielsweise in Fig. 1 gezeigt, und teilt ein Lichtbündel, das aus der Mitte der brennpunktlosen Übertragungslinsensysteme austritt, in zwei Lichtbündel und dann in drei Lichtbündel auf, und zwar durch linksseitige Transmissions-Reflexion und rechtsseitige Transmissions-Reflexion unter Verwendung eines hier dreigeteilten Prismas 22 (22L, 22R), wie etwa in Fig. 3 gezeigt. Das erfindungsgemäße Stereomikroskop ist dadurch gekennzeichnet, daß sich eine Grenzlinie zwischen einer Oberfläche, welche das Lichtbündel nach links reflektiert, und einer Oberfläche, welche das Lichtbündel nach rechts reflektiert, mit einer optischen Achse 69 des Lichtbündels schneidet, das aus den Übertragungslinsensystemen vom Einzelabbildungs- bzw. -zyklustyp austritt. Dieses Merkmal ermöglicht die kompakte Ausgestaltung des geteilten Prismas, verhindert, daß ein Augenort eines Hauptbetrachters an einer Seite des Lichtbündels, das durch das geteilte Prisma hindurchtritt, weit entfernt von einem Objekt plaziert wird, und verhindert, daß die

Helligkeit des Bilds insgesamt abnimmt. Auch wenn das Prisma in mehr Teile unterteilt ist, damit das Bild durch eine größere Anzahl von Betrachtern betrachtet werden kann, läßt sich ein ähnlicher Effekt insofern erhalten, als sich Grenzen unter den geteilten Oberflächen innerhalb eines Lichtbündels befinden, das aus einer zweiten Linsenkomponente des Übertragungslinsensystems austritt (der in Fig. 4 gezeigten Linsenkomponente 14, beispielsweise innerhalb eines Lichtbündels mit einer Breite D gemäß Fig. 3).

Ferner umfaßt das erfindungsgemäße Stereomikroskop in einer anderen Ausführung ein optisches Objektivsystem, ein optisches System mit variabler Brennweite, ein optisches Linsentubussystem etc., wie oben beschrieben, und ist dadurch gekennzeichnet, daß es ein Stereobildaufnahmesystem verwendet, das ein Stereobild aufnimmt, welches entsprechend einem durch das optische Linsentubussystem betrachteten Bild aufgenommen wird.

Das optische Linsentubussystem ist in einer Mehrzahl angeordnet, wobei Stereobilder entsprechend den optischen Betrachtungssystemen aufgenommen werden und die aufgenommenen Stereobilder betrachtet werden können. Konkret gesagt, ist das Stereomikroskop so zusammengesetzt, daß Reflexionselemente, welche die Anzahl der Reflexionen an jene der Pupillenstellen anpassen bzw. an die Anzahl von Betrachteraugen angepaßt sind, vor einem Video-Optiksystem angeordnet sind, zur Verwendung an der Stelle eines rechten oder linken Betrachter-seitigen Linsentubus an der Nebenbetrachterseite. In diesem Fall ist es günstig, einen Linsentubus, in dem das Stereo-Video-Optiksystem angeordnet ist, in Verbindung mit dem anderen Linsentubus zu bewegen, so daß der Betrachtungsort unverändert bleibt.

Ferner besteht die Möglichkeit, ein Videoaufnahme- bzw. -fotografiesystem an einer Durchlaßseite des Strahlenteiler-elements 8 anzuordnen, wie in Fig. 1 gezeigt, und dieses Videoaufnahmesystem in Verbindung mit dem Hauptbetrachter-seitigen Linsentubus zu bewegen. Durch diese Konfiguration des Stereomikroskops besteht die Möglichkeit, die Betrachtungsorte sowohl an der Hauptbetrachterseite als auch an der Nebenbetrachterseite unverändert zu lassen, auch wenn ein Videobild auf ein Betrachterbild geschaltet ist.

Mit dem so konfigurierten Stereomikroskop ist es möglich, Bilder, die durch mit dem bloßen Auge unsichtbare Strahlen gebildet sind, Bilder, die dunkel und schwer zu erkennen sind, Bilder, die durch Bildbearbeitung verbessert sind, usw. zu schalten, zu betrachten und zu überlappen, um zu ermöglichen, daß Operateure ohne Gefühl von Ungewohntheit oder Fehlerhaftigkeit effizient arbeiten.

Das erfindungsgemäße Stereomikroskop nach einer noch weiteren Ausführung entspricht dem obigen Stereomikroskop, ist jedoch dadurch gekennzeichnet, daß es eine Stereobildaufnahmevorrichtung aufweist, die zwei optische Wege aufweist, bestehend aus einem ersten optischen Weg und aus einem zweiten optischen Weg, und daß die Stereobildaufnahmevorrichtung ein optisches Abbildungssystem aufweist, das ein Lichtbündel einmal abbildet, sowie eine Aperturblende, die mit einer Aperturblende eines optischen Linsentubussystems nahezu zusammenfällt.

Konkret gesagt, ist beispielsweise ein TV- bzw. Videoaufnahmesystem an einer Durchlaßseite eines Strahlenteiler-elements 8 in dem optischen System von Fig. 1 oder an dem rechten oder linken Nebenbetrachter-seitigen Linsentubus 21 von Fig. 3 angebracht, und es ist erforderlich, die Pupille an einer Betrachterseite an eine Aperturblende des Aufnahmesystems zu adaptieren. Daher wird ein Lichtbündel in dem Aufnahmesystem einmal abgebildet, ist eine Aperturblende angeordnet und ein mit der Aperturblende zusammenfallender Ort ist an der Objektseite der Aperturblende ausgebildet. Ein in Fig. 8 gezeigter Aufbau dient zur Anpassung der rechten und linken optischen Weglängen. Konkret gesagt, sind die rechten und linken optischen Wege so ausgestaltet, daß sie Abschnitte aufweisen, in denen die optischen Achsen parallel zueinander sind, um die linken und rechten optischen Weglängen aneinander anzupassen. Die optischen Weglängen werden eingestellt durch Bewegen von Reflexionselementen, die in den Abschnitten angeordnet sind, in denen die optischen Achsen zueinander parallel sind, oder über einen Weg verlängert werden, der doppelt so lang ein Bewegungsabstand der Reflexionselemente ist, wodurch die optischen Weglängen im erheblichen Umfang einstellbar sind. In der in Fig. 8 gezeigten Konfiguration entsprechen diese Abschnitte einem Abschnitt in einen optischen Weg für das linke Auge von einer optischen Achse eines Lichtbündels, das auf ein Reflexionselement 37L fällt, zu einer optischen Achse eines Lichtbündels, das aus einem Reflexionselement 38L austritt, und einem Abschnitt in einen optischen Weg für das rechte Auge von einer optischen Achse eines Lichtbündels, das auf ein Reflexionselement 36R fällt, zu einer optischen Achse eines Lichtbündels, das aus dem Reflexionselement 37R austritt. Daher lassen sich mit dem Stereomikroskop die optischen Weglängen einstellen, wobei das Stereomikroskop kompakt bleibt. Wenn eine solche Konfiguration sowohl für das rechte als auch das linke optische System verwendet wird, schneiden die Ebenen, die durch die zueinander parallelen optischen Achsen bestimmt sind, einander orthogonal, wodurch es möglich wird, das optische System in einem beengten Raum anzuordnen.

Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen unter Hinweis auf die beigelegten Zeichnungen beschrieben.

Fig. 1 zeigt perspektivisch einen Aufbau eines Abschnitts eines Stereomikroskops von einer Objektivlinsenkomponente zu einem Übertragungslinsensystem;

Fig. 2 zeigt im Schnitt einen Aufbau eines Strahlenteilerabschnitts eines Stereomikroskops zur Betrachtung durch zwei Betrachter;

Fig. 3 zeigt im Schnitt einen Aufbau einer Nebenbetrachterseite einer ersten Ausführung des erfindungsgemäßen Stereomikroskops;

Fig. 4 zeigt im Schnitt einen Aufbau einer Hauptbetrachterseite der ersten Ausführung des erfindungsgemäßen Stereomikroskops;

Fig. 5 zeigt schematisch die Positionsbeziehung zwischen den Öffnungen/Aperturen eines Strahlenteilerabschnitts zur Betrachtung durch drei Betrachter;

Fig. 6 zeigt im Schnitt einen Aufbau einer Hauptbetrachterseite einer zweiten Ausführung des erfindungsgemäßen Stereomikroskops;

Fig. 7 zeigt im Schnitt einen Aufbau einer Nebenbetrachterseite der zweiten Ausführung des erfindungsgemäßen Stereomikroskops;

Fig. 8 zeigt perspektivisch einen Aufbau eines Bildaufnahmesystems zur Verwendung in dem erfindungsgemäßen Stereomikroskop;

Fig. 9 zeigt im Schnitt eine erste Ausführung eines Übertragungslinsensystems zur Verwendung in dem Bildaufnahmesystem;

Fig. 10 zeigt im Schnitt eine zweite Ausführung des Übertragungslinsensystems zur Verwendung in dem Bildaufnahmesystem;

Fig. 11 zeigt eine Außenansicht einer Ausführung, die die Betrachtung eines Videobilds ermöglicht; und

Fig. 12 zeigt im Schnitt einen Aufbau eines optischen Systems, das die Betrachtung eines Videobilds ermöglicht.

Zunächst wird eine erste Ausführung des erfindungsgemäßen Stereomikroskops beschrieben.

Eine erste Ausführung ist so konfiguriert, daß ein von einem optischen System variabler Brennweite austretendes Lichtbündel geteilt wird, so daß ein Bild von mehreren Betrachtern betrachtet werden kann. Hier ist der Aufbau so, daß ein Lichtbündel, das beispielsweise aus der zweiten Linsenkomponente 14 des Übertragungslinsensystems des in Fig. 1 gezeigten optischen Systems 2-14 austritt (ein optisches System, welches ein optisches Objektivsystem, ein optisches System mit variabler Brennweite usf. umfaßt) durch ein Strahlenteilerelement 22, 23 (Fig. 3) in mehrere Lichtbündel aufgeteilt wird, damit das Bild von mehreren Betrachtern betrachtet werden kann.

Die Fig. 3 und 4 zeigen ein Strahlenteilersystem, wie es in der ersten Ausführung des Stereomikroskops verwendet wird, um ein Lichtbündel, das aus dem optischen System 2-14 mit variabler Brennweite austritt, in eine Hauptbetrachterseite und zwei Nebenbetrachterseiten aufzuteilen. Die Fig. 3 und 4 zeigen Beispiele eines Strahlenteilersystems, welches ein Lichtbündel in drei Lichtbündel aufteilt.

Fig. 3 zeigt die Nebenbetrachterseite und Fig. 4 die Hauptbetrachterseite. In Fig. 4 ist mit 14 eine zweite Linsenkomponente eines Übertragungslinsensystems bezeichnet, und 22L und 22R bezeichnen Strahlenteilerelemente (Strahlenteilerprismen), welche ein Lichtbündel von der in Fig. 3 unten anzuordnenden zweiten Linsenkomponente 14 in drei Richtungen aufteilen, nämlich eine Durchlaßseite, d. h. die Hauptbetrachterseite, und durch Reflexionen an der rechten und linken Seite zwei Nebenbetrachterseiten. Eine Schnittlinie zwischen Reflexionsflächen 22L(R) und 22R(R) der Strahlenteilerprismen 22L schneidet sich mit einer optischen Achse 69 eines Lichtbündels 57 (Fig. 5), welches aus der zweiten Linsenkomponente 14 des Übertragungslinsensystems austritt. Hierdurch kann das Strahlenteilerprisma 22 Strahlen gleichmäßig zwischen der rechten und der linken Nebenbetrachterseite aufteilen. Ein Lichtbündel, das durch das Strahlenteilerprisma 22 zur Hauptbetrachterseite hin gelangt, fällt ein in Fig. 4 gezeigtes Dachkantprisma 23, und es ist ein Linsentubus 21 angeordnet, der durch das Dachkantprisma um 180° gedreht wird. Gegebenenfalls wird das durch das Prisma 23 auf den Tubus 21 fallende Lichtbündel durch das Prisma 23 um 180° gedreht. Der Linsentubus 21 enthält eine Abbildungslinsenkomponente, ein optisches Aufrichtsystem und einen Augenabstand-Einstellmechanismus und hat einen veränderlichen Neigungswinkel. Hierbei ist eine Aperturblende 25 an einer Stelle angeordnet, die mit einer Stereowirkungs-Einstellblende bei maximaler Vergrößerung des brennpunktlosen Zoom-Linsen-Systems 7 konjugiert oder zusammenfällt, um zu verhindern, daß bei maximaler Vergrößerung die Stereowirkung zu stark wird.

Die Lichtbündel, die von den Strahlenteilerprismen 22L und 22R reflektiert sind, sind symmetrisch in bezug auf eine Ebene angeordnet, welche die optische Achse 69 eines Lichtbündels enthält, das von der zweiten Linsenkomponente 14 des Übertragungslinsensystems austritt.

Nun werden die Nebenbetrachterseiten der ersten Ausführung im Detail beschrieben.

Bei der in Fig. 3 gezeigten rechten Nebenbetrachterseite wird ein Lichtbündel 57 (Fig. 5), das (in der Figur von unten) von der zweiten Linsenkomponente 14 des Übertragungslinsensystems auf das Strahlenteilerelement 22R fällt, durch eine halbverspiegelte Fläche des Strahlenteilerelements reflektiert, noch einmal in dem Strahlenteilerelement reflektiert und tritt dann in einer Richtung aus, die relativ zur optischen Achse des Lichtbündels, das auf das Strahlenteilerelement 22R fällt, um 45° geneigt ist. Das aus dem Strahlenteilerelement 22R austretende Lichtbündel fällt auf ein Dachkantprisma 28 an der Nebenbetrachterseite, wird durch eine Reflexionsfläche und Dachflächen des Dachkantprismas dreimal reflektiert und tritt in einer Richtung aus, die orthogonal zur optischen Achse des Lichtbündels ist, das auf das Strahlenteilerelement 22R fällt, oder in der horizontalen Richtung. Anschließend ist ein Keilprisma 30 angeordnet, um eine Bildmittensverschiebung zu reduzieren. Das Keilprisma 30 hat also die Wirkung, eine ungenügende Bearbeitungspräzision eines Bilddrehers 29 zu kompensieren, um hierdurch die Herstellungskosten des Bilddreherprismas zu senken. An der Austrittsseite des Keilprismas 30 ist ein Nebenbetrachter-seitiger Linsentubus 21 angeordnet.

Der Nebenbetrachter-seitige Linsentubus 21 enthält hier keine Aperturblende, ist jedoch darüber hinaus genauso aufgebaut wie der Hauptbetrachter-seitige Linsentubus. Eine Aperturblende kann beispielsweise an einer Stelle angeordnet sein, die einer maximalen Vergrößerung des brennpunktlosen Zoom-Linsen-Systems der Stereowirkungs-Einstellblende entspricht, oder zwischen dem Keilprisma 30 und dem Hilfsbetrachter-seitigen Linsentubus 21 der ersten Ausführung. Darüber hinaus ist die linke Betrachtterseite symmetrisch zur rechten Betrachtterseite und hat die gleiche Funktion.

Ferner ist eine optische Achse (optische Betrachtterachse), die durch die Apertur(blende) und eine Bildfläche oder Bildebene des Linsentubus bestimmt ist, zu einer optischen Achse der Hauptbetrachterseite des Strahlenteilerelements 22R versetzt, wie in Fig. 5 gezeigt. Fig. 5 zeigt Strahlenteilerprismen 22L und 22R, gesehen von der Seite der zweiten Linsenkomponente 14 des Übertragungslinsensystems (gemäß Fig. 3 von unten), zur Darstellung einer Öffnung bzw. Apertur(blende) 54L für das linke Auge und einer Öffnung bzw. Apertur(blende) 54R für das rechte Auge an der Hauptbetrachterseite, einer Öffnung bzw. Apertur(blende) 55L für das linke Auge und einer Öffnung bzw. Apertur(blende) 55R für das rechte Auge an der linken Nebenbetrachterseite, sowie einer Öffnung bzw. Apertur(blende) 56L für das linke Auge und einer Öffnung bzw. Apertur(blende) 56R für das rechte Auge an der rechten Nebenbetrachterseite. Ferner wird ein Lichtbündel 57, das aus der zweiten Linsenkomponente 14 des Übertragungslinsensystems austritt, durch eine Stereowirkungs-Einstellblende verengt, wenn die Vergrößerung erhöht wird, bis es bei der maximalen Vergrößerung zu einem austretenden Lichtbündel 58 wird. Die obige Konfiguration ist in der Lage, ein Lichtbündel mit den Strahlenteilerelementen 22L und 22R zu verengen, die Lichtdämpfung zu reduzieren und an Randabschnitten ein Bild zu verdunkeln.

Wenn man einen Abstand zwischen den optischen Achsen der Linsentuben mit A bezeichnet und einen Abstand zwischen Ebenen, welche die linken und rechten optischen Betrachtterachsen der linken und rechten Nebenbetrachterseite enthalten, mit B bezeichnet, wie in Fig. 5 gezeigt, ist die Lichtdämpfung gering, wenn folgende Bedingung erfüllt ist:

$$0.6 \leq B/A \leq 0.8$$

Auch wenn das Licht an Randabschnitten des Sichtfelds mehr oder weniger gedämpft wird, kann die Lichtdämpfung korrigiert werden, indem die Vergrößerung des optischen Linsentubussystems korrigiert wird, beispielsweise durch Verlängerung der Brennweite der Abbildungslinsenkomponente und stärkere Vergrößerung des Okulars.

Ferner ist das Bilddrehprisma 29 mit dem Keilprisma 30 integriert, so daß das Nebenbetrachter-seitige optische System um eine Achse zwischen den optischen Betrachterachsen für das linke Auge und das rechte Auge gedreht werden kann, wie in Fig. 3 mit der Bezugszahl 60 angegeben. Das Nebenbetrachter-seitige optische System enthält somit einen ersten Drehabschnitt. Ferner kann der Nebenbetrachter-seitige Linsentubus 21 auch um eine Mitte zwischen den bzw. der rechten und linken optischen Betrachterachsen gedreht werden, wie mit der Bezugszahl 61 gezeigt, oder es enthält einen zweiten Drehabschnitt.

Der Linsentubus kann ohne Bilddrehung gedreht werden, indem der erste Drehabschnitt und der zweite Drehabschnitt gedreht werden, während die folgende Beziehung eingehalten wird:

$$\alpha_1 : \alpha_2 = 1 : 2$$

wobei α_1 einen Drehwinkel des ersten Drehabschnitts bezeichnet und α_2 einen Drehwinkel des zweiten Drehabschnitts.

Ferner läßt sich die Betrachtungsrichtung etwas ändern, indem man Abschnitte von dem nebenseitigen Dachkantprisma 28 zu den nebenseitigen Linsentuben 21 um einen Mittelabschnitt zwischen den rechten und linken optischen Betrachtungsachsen zwischen dem Strahlenteilerelement 22R und dem Nebenbetrachter-seitigen Dachkantprisma 28 dreht, wie in Fig. 3 mit der Bezugszahl 67 angegeben. Obwohl sich eine Grenze zwischen den Reflexionsflächen 22L(R), 22R(R) nicht auf der optischen Achse 69 des Lichtbündels 57 befindet, das aus der zweiten Linsenkomponente 14 des Übertragungslinsensystems austritt, ist hier die Grenze zwischen den Reflexionsflächen in einer innerhalb des austretenden Lichtbündels befindlichen Reflexionsfläche enthalten. In ähnlicher Weise läßt sich die Betrachtungsrichtung etwas ändern, indem man Drehabschnitte von dem Strahlenteilerelement 22R zu den Nebenbetrachter-seitigen Linsentuben 21 integral um eine Zwischenachse zwischen den rechten und linken Betrachtungsachsen an der Einfallsseite des Strahlenteilerelements 22R dreht.

Ferner können die Betrachtungsorte der drei Betrachter geändert werden, indem man die rechten und linken Nebenbetrachterseiten integral um die Achse 69 des Lichtbündels 57 dreht, das aus der zweiten Linsenkomponente 14 des Übertragungslinsensystems austritt. Bevorzugt dreht sich die Hauptbetrachterseite nicht gemeinsam mit den Drehungen der Nebenbetrachterseiten.

Nun wird die Hauptbetrachterseite der ersten Ausführung des Stereomikroskops beschrieben, welches als Beispiel zur Betrachtung durch drei Betrachter ausgelegt ist (Dreiteilung eines Lichtbündels).

Ein Hauptbetrachterabschnitt der ersten Ausführung hat einen ersten Aufbau, wie er in Fig. 4 gezeigt ist. In diesem Beispiel ist ein Augenort eines Okulars in einer zum halbdurchlässigen Spiegel oder Halbspiegel 1 orthogonalen Richtung nicht weit von einer Verlängerung einer optischen Achse eines Lichtbündels entfernt, das auf einen halbdurchlässigen Spiegel oder Halbspiegel 1 fällt, wie in Fig. 1 gezeigt (nachfolgend als Verschieberichtung bezeichnet), das heißt, die Augen des Betrachters sind nicht weit von der optischen Achse des Lichtbündels entfernt, das auf den Halbspiegel 1 fällt. Diesen Aufbau wählt man, da der Betrachter eine Richtung der optischen Achse des auf den Halbspiegel 1 fallenden Lichtbündels bevorzugt, die sich in der Nähe der Augen der Betrachter befindet, um während der Betrachtung verschiedene Arbeiten durchzuführen, obwohl der Augenort des Okulars weit von der optischen Achse des oben erwähnten einfallenden Lichtbündels entfernt sein kann. Die erste Ausführung kommt diesem Wunsch nach. Aus diesem Grund ist ein an der Hauptbetrachterseite verwendetes Dachkantprisma 23 das gleiche wie das an der Nebenbetrachterseite in Fig. 3 verwendete Dachkantprisma, wobei jedoch ein aus dem Dachkantprisma 23 austretendes Lichtbündel durch ein Doppelreflexionsprisma 24 hindurchtritt, um hierdurch in der Verschieberichtung reflektiert zu werden. Hinter dem Reflexionsprisma 24 ist eine Aperturblende 25 angeordnet. Diese Aperturblende 25 ist an einer Stelle angeordnet, um ein Bild bei maximaler Vergrößerung von einem brennpunktlosen Zoom-Linsen-System einer Stereoeffekt-Einstellblende zu übertragen. Ein Hauptbetrachter-seitiger Linsentubus 21 ohne Aperturblende ist an der Bildseite der Aperturblende 25 angeordnet.

Die erste Ausführung der Hauptbetrachterseite ist wie oben beschrieben ausgestaltet, um den Augenort nahe in Richtung der optischen Achse des einfallenden Lichtbündels und weit in der Verschieberichtung anzuordnen.

Ferner gestattet die erste Ausführung eine Drehung des Hauptbetrachterseitigen Linsentubus um eine Achse zwischen den rechten und linken Aperturblenden, wie in Fig. 4 mit der Bezugszahl 62 bezeichnet, so daß der Hauptbetrachter das Bild in einer gewünschten Richtung und in einer günstigen Haltung betrachten kann.

An den Nebenbetrachterseiten der oben beschriebenen ersten Ausführung treten die rechten und linken Betrachtungslichtbündel durch unterschiedliche Oberflächen in den Strahlenteilerelementen 22 (22L und 22R) an den Nebenbetrachterseiten hindurch, so daß die Mitten und die Perfokalitäten oder Fokussierungen unterschiedlich sind. Um diese Unterschiede zu korrigieren, reicht es aus, eine brennpunktlose Linsenkomponente mit veränderlicher Brennweite zwischen dem Reflexionselement 24 und dem Linsentubus 21 an der Hauptbetrachterseite anzuordnen und die Mitten und Perfokalitäten oder Fokussierungen mit dieser Linsenkomponente veränderlicher Brennweite einzustellen. Dies gilt auch für eine später beschriebene zweite Ausführung.

Fig. 6 und 7 zeigen Schnittansichten von Komponenten einer Hauptbetrachterseite und von Nebenbetrachterseiten einer zweiten Ausführung der Erfindung.

Fig. 6 zeigt ein optisches System an der Hauptbetrachterseite der zweiten Ausführung, das als Beispiel zur Beobachtung durch drei Beobachter ausgebildet ist. Bei diesem optischen System sind Reflexionsflächen zur Doppelreflexion eines austretenden Lichtbündels, das durch ein in Fig. 7 gezeigtes Strahlenteilerelement 31 geteilt und reflektiert wird, parallel zueinander angeordnet. Genauer gesagt, sind zwei Reflexionselemente (Reflexionsprismen) 26 und 27, welche das austretende Lichtbündel reflektieren, derart angeordnet, daß ihre Reflexionsflächen parallel zueinander sind. Demzufolge

ermöglichen es diese Prismen, einen Augenort einzustellen, während eine optische Achse des austretenden Lichtbündels parallel zu einer optischen Achse des aus einem Dachkantprisma 23 austretenden Lichtbündels gehalten wird. Weil die zwei Prismen zur Doppelreflexion des austretenden Lichtbündels verwendet werden, kann eine Aperturblende 25 zwischen den zwei Prismen angeordnet werden, die sich an Stellen befinden, die mit einer Stereoeffekt-Einstellblende nahezu übereinstimmen bzw. konjugieren. Ferner ist ein Hauptbetrachter-seitiger Linsentubus 21 an einer Stelle eines Lichtbündels angeordnet, das aus dem Dachkantprisma 23 ausgetreten ist und nach Passage der Aperturblende 25 von dem Prisma 27 reflektiert ist, und eine brennpunktlose Linsenkomponente mit veränderlichem Brennpunkt ist wie in der ersten Ausführung in diesem Linsentubus angeordnet, um hierdurch die Mitten und Perfokalitäten oder Fokussierungen einstellen zu können. Obwohl das Reflexionsprisma 27 und der Linsentubus 21 innerhalb eines zulässigen Bereichs in der Austrittsrichtung von dem Reflexionsprisma 26 weg bewegt werden können, wird in unerwünschter Weise das Bild verdunkelt, wenn diese Elemente aus dem zulässigen Bereich heraus bewegt werden. Obwohl die Aperturblende ebenfalls innerhalb eines zulässigen Bereichs beweglich ist, ist ein Helligkeitsunterschied zwischen den linken und rechten Abschnitten einer Bildfläche groß, wenn die Aperturblende 25 über den zulässigen Bereich hinaus bewegt wird. Ein Betrachter kann nach Wunsch einen Augenort in der Richtung des einfallenden Lichtbündels und der Verschieberichtung wählen, um hierdurch einen adäquaten Augenort zu erhalten. In diesem Fall ist es möglich, den Augenort nicht kontinuierlich zu bewegen, sondern den Augenort mit einer bestimmten Einheit einzustellen, die zwischen den Reflexionsprismen 26 und 27 liegt, um den Augenort auf einen geeigneten Abstand einzustellen. Hierdurch läßt sich eine Störung mit einem einen Vorsprung aufweisenden Linsentubus vermeiden.

Fig. 7 zeigt ein optisches System eines Strahlenteilerabschnitts (Nebenbetrachterseiten) in der zweiten Ausführung des Stereomikroskops, das in diesem Beispiel konfiguriert ist, um ein Lichtbündel in drei Lichtbündel aufzuteilen. Diese Ausführung ist ein Beispiel, in dem die rechten und linken Nebenseiten tiefergelegte Augenorte haben. Zum Tieferlegen der Augenorte tritt ein Lichtbündel aus einem Strahlenteilerelement 31 in einer Richtung aus, die einen Winkel von 30° relativ zur Horizontalrichtung hat, und ein Reflexionsprisma 32 und ein doppelt reflektierendes Dachkantprisma 33 sind an der Nebenbetrachterseite angeordnet, so daß ein Lichtbündel aus dem Dachkantprisma in der horizontalen Richtung austritt. Diese Ausführung ist so ausgestaltet, daß ein Bilddrehprisma 29, ein Keilprisma 30 und ein Linsentubus 21 nach dem Dachkantprisma 33 angeordnet sind, wie in der ersten Ausführung.

In der zweiten Ausführung, in der wie oben beschrieben Lichtbündel aus dem Strahlenteilerelement mit einem kleinen Winkel austreten, haben die Nebenseiten die tiefliegenden Augenorte. Ferner befindet sich eine Schnittfläche zwischen den rechten und linken Halbspiegelflächen auf einer Verlängerung einer optischen Achse eines Lichtbündels, das aus der zweiten Linsenkomponente 14 eines Übertragungslinsensystems austritt. Nur die Nebenbetrachterseiten können um eine optische Achse 69 des austretenden Lichtbündels gedreht werden, wie in Fig. 7 mit der Bezugszahl 68 angegeben. In diesem Fall muß eine Grenze zwischen den Reflexionsflächen auf der optischen Achse des Lichtbündels liegen, das aus der zweiten Linsenkomponente 14 des Übertragungslinsensystems austritt, und die Grenze zwischen den Reflexionsflächen ist innerhalb einer Reflexionsfläche des austretenden Lichtbündels enthalten.

Obwohl in den Fig. 3 und 4 oder 6 und 7, welche die oben beschriebene erste Ausführung oder zweite Ausführung darstellen, nur ein optisches System dargestellt ist, umfaßt das optische System eines für das linke Auge und eines für das rechte Auge, so daß zwei linke und rechte optische Wege (optische Achsen) vorhanden sind. Darüber hinaus kann das optische System an den Nebenbetrachterseiten, wie in den Fig. 3 und 7 gezeigt, mit den optischen Systemen an der Hauptbetrachterseite, wie in den Fig. 3 und 7 gezeigt, frei kombiniert werden. Beispielsweise läßt sich eine Zusammensetzung verwenden, bei der die in Fig. 4 gezeigte Hauptbetrachterseite mit der in Fig. 7 gezeigten Nebenbetrachterseite kombiniert ist. Das in Fig. 7 gezeigte optische System der Nebenbetrachterseite kann eine Zusammensetzung haben, die in rechte und linke Nebenbetrachterseiten unterteilt ist, wobei die Drehachse 69 als Grenze verwendet wird. In diesem Fall besteht die Möglichkeit, nur eines der optischen Systeme an den Nebenbetrachterseiten durch das in Fig. 3 gezeigte optische System der Nebenbetrachterseite zu ersetzen. Wenn ein optisches System an der Nebenbetrachterseite wie oben beschrieben in zwei optische Systeme unterteilt ist, besteht die Möglichkeit, die zwei optischen Systeme unabhängig voneinander zu drehen, wie in Fig. 3 gezeigt. Auch in Fig. 3 besteht die Möglichkeit, nur eines der optischen Systeme an den Nebenbetrachterseiten durch das in Fig. 7 gezeigte optische System der Nebenbetrachterseite zu ersetzen.

Es folgt nun eine Beschreibung einer dritten Ausführung eines Stereomikroskops zur Verwendung in einem Stereofotografie- oder -aufnahmesystem, welches ein Stereobild erzeugt, das einem Betrachtungsbild entspricht.

Fig. 8 zeigt eine Perspektivansicht der dritten Ausführung des erfindungsgemäßen Stereomikroskops. In Fig. 8 sind mit 34L und 34R Abbildungslinsenkomponenten linker und rechter Betrachtungssysteme bezeichnet, mit 35L, 36L, 37L, 38L, 40L und 35R, 36R, 37R, 38R, 40R sind Reflexionselemente (Reflexionsprismen, total reflektierende Prismen sowie Reflexionsspiegel) des linken bzw. rechten Betrachtungssystems bezeichnet, und mit 39L, 41L und 39R, 41R sind ein linkes bzw. ein rechte optisches Übertragungssystem bezeichnet.

In dem in Fig. 8 gezeigten optischen System tritt ein mit dem linken Auge zu betrachtendes Lichtbündel durch die Abbildungslinsenkomponente 34L eines fotografischen Systems, und wird durch das reflektierende Element (Reflexionsprisma) 35L in eine Richtung orthogonal zu einer Ebene reflektiert, welche eine optische Achse der Abbildungslinsenkomponente 34L des fotografischen Systems enthält, wird durch das Reflexionselement (Reflexionsprisma) 36L in einer Richtung orthogonal zu einer optischen Achse eines Lichtbündels, das auf das Reflexionselement 35L fällt, sowie einer optischen Achse eines Lichtbündels, das aus dem Reflexionselement 35L austritt, reflektiert, wird durch das Reflexionselement 37L in einer Richtung parallel zur fotografischen optischen Achse eines Lichtbündels für das linke Auge reflektiert, welches durch die Abbildungslinsenkomponente 34L für das linke Auge hindurchtritt, wird durch eine Reflexionsfläche des Reflexionselements (Reflexionsprisma) 38L in einer Richtung parallel zu einer fotografischen optischen Achse für das linke Auge zwischen dem Reflexionselement 36L und dem Reflexionselement 37L gedreht, und wird durch eine Reflexionsfläche des Reflexionselements (Reflexionsprisma) 40L in einer Richtung parallel zur fotografischen optischen Achse für das linke Auge zwischen dem Reflexionselement 35L und dem Reflexionselement 36L gedreht. Im übrigen ist ein Reflexionselement (Reflexionsprisma) 42L, das an einer einer Video- bzw. TV-Kamera entsprechenden Stelle angeordnet ist, nicht erforderlich, wenn eine kleine Videokamera verwendet wird, oder kann auf einer

Verlängerung einer optischen Achse eines Lichtbündels liegen, das aus dem Reflexionselement 40L austritt. Die Bezugszahl 59L bezeichnet eine Bildaufnahme­fläche an der Seite des linken Auges.

Andererseits wird beim Betrachtungssystem für das rechte Auge ein Lichtbündel, das durch die Abbildungslinsenkomponente 34R für das rechte Auge hindurchgetreten ist, durch eine Reflexionsfläche des Reflexionselements 35R in eine Richtung, die parallel zu einer fotografischen optischen Achse für das linke Auge ist, zwischen dem Reflexionselement 35R und dem Reflexionselement 36R, und von einer optischen Achse der rechten und linken fotografischen Lichtbündel enthaltenden Ebene weg reflektiert. Ein von dieser Oberfläche reflektiertes Lichtbündel wird von einer Reflexionsfläche des Reflexionselements 36R in einer Richtung, die parallel zu einer optischen Achse eines fotografischen Lichtbündels für das linke Auge ist und die die gleiche ist wie das Lichtbündel zwischen dem Reflexionselement 36L und dem Reflexionselement 37L, reflektiert. Dann wird das Lichtbündel durch eine Reflexionsfläche des Reflexionselements 37R in einer Richtung gerichtet, die parallel zu einer optischen Achse eines Lichtbündels zwischen dem Reflexionselement 35R und dem Reflexionselement 36R ist, jedoch entgegengesetzt zu dem Lichtbündel, und wird durch das Reflexionselement 38R in einer Richtung reflektiert, die parallel zu einer optischen Achse eines Lichtbündels zwischen dem Reflexionselement 37L und dem Reflexionselement 38L ist und gleich dem Lichtbündel, und durch das Reflexionselement 40R in einer Richtung parallel zu einer optischen Achse eines Lichtbündels für das linke Auge zwischen dem Reflexionselement 40L und dem Reflexionselement 42L und genauso wie das Lichtbündel reflektiert wird. Wie das Reflexionselement 42L für das linke Auge, kann das Reflexionselement 42R in Abhängigkeit von der Größe einer Videokamera weggelassen werden. Die Bezugszahl 59R bezeichnet eine Bildaufnahme­fläche an der Seite des rechten Auges.

In den rechten und linken optischen Systemen werden Drehungen von Bildern, die durch die rechten und linken fotografischen optischen Systeme erzeugt werden, durch Drehung der rechten und linken Prismensysteme in Übereinstimmung gebracht, wie oben beschrieben.

Bei den oben beschriebenen rechten und linken fotografischen optischen Systemen müssen Aperturblenden an Stellen angeordnet werden, die mit der Stereowirkungs-Einstellblende 3 konjugieren oder übereinstimmen, wie in Fig. 1 gezeigt. Daher müssen Abbildungen der Aperturblenden außerhalb der fotografischen Systeme erzeugt werden. Daher ist es erforderlich, ein Übertragungslinsensystem anzuordnen, welches ein Lichtbündel einmal in dem fotografischen System abbildet und das Lichtbündel erneut abbildet. Zu diesem Zweck reicht es aus, ein Videobildaufnahme­system an einer zweiten Abbildungsstelle anzuordnen, um das Bild aufzunehmen. Zwischen der ersten Abbildungsstelle und der zweiten Abbildungsstelle ist eine Aperturblende angeordnet, um hierdurch das außerhalb des fotografischen Systems liegende Bild herauszunehmen und das Bild zu einer Stelle zu übertragen, die mit der Stereoeffekt-Einstellblende 3 übereinstimmt oder konjugiert.

Nachfolgend werden Ausführungen des Übertragungslinsensystems beschrieben. Fig. 9 und 10 zeigen Ausführungen des optischen Wegs für das linke Auge in einer ersten Ausführung bzw. einer zweiten Ausführung, deren numerische Daten wie folgt aufgelistet sind:

DE 199 11 145 A 1

Ausführung 1

$r_1 = 52.2595$				
$d_1 = 3.8000$	$n_1 = 1.52249$	$\nu_1 = 59.84$		5
$r_2 = -25.8263$				
$d_2 = 2.2000$	$n_2 = 1.61293$	$\nu_2 = 36.99$		
$r_3 = -92.6980$				
$d_3 = 4.0000$				10
$r_4 = \infty$				
$d_4 = 20.0000$	$n_3 = 1.56883$	$\nu_3 = 56.36$		
$r_5 = \infty$				15
$d_5 = 19.0000$	$n_4 = 1.56883$	$\nu_4 = 56.36$		
$r_6 = \infty$				
$d_6 = 40.5000$				20
$r_7 = \infty$				
$d_7 = 13.0000$	$n_5 = 1.56883$	$\nu_5 = 56.36$		
$r_8 = \infty$				25
$d_8 = 8.5000$				
$r_9 = \infty$				
$d_9 = 12.0000$	$n_6 = 1.56883$	$\nu_6 = 56.36$		
$r_{10} = \infty$				30
$d_{10} = 19.0000$				
$r_{11} = \infty$				
$d_{11} = 11.0000$	$n_7 = 1.56883$	$\nu_7 = 56.36$		35
$r_{12} = \infty$				
$d_{12} = 5.8000$				
$r_{13} = \infty$ (Blende)				40
$d_{13} = 7.7000$				
$r_{14} = 16.7708$				
$d_{14} = 3.1404$	$n_8 = 1.69680$	$\nu_8 = 55.53$		
$r_{15} = 144.6710$				45
$d_{15} = 4.3618$				
$r_{16} = 79.2665$				
$d_{16} = 1.5331$	$n_9 = 1.67270$	$\nu_9 = 32.10$		50
$r_{17} = 9.0778$				
$d_{17} = 3.0000$				
$r_{18} = 12.3898$				55
$d_{18} = 3.9647$	$n_{10} = 1.58913$	$\nu_{10} = 61.14$		
$r_{19} = -62.1435$				
$d_{19} = 4.0000$				60
$r_{20} = \infty$				
$d_{20} = 21.7300$	$n_{11} = 1.56883$	$\nu_{11} = 56.36$		
$r_{21} = \infty$				65
$d_{21} = 31.5000$				
$r_{22} = \infty$ (Bild)				

DE 199 11 145 A 1

Ausführung 2

	$r_1 = 48.7360$			
5	$d_1 = 5.0000$	$n_1 = 1.48749$	$\nu_1 = 70.23$	
	$r_2 = -30.5370$			
	$d_2 = 2.0000$	$n_2 = 1.83400$	$\nu_2 = 37.16$	
10	$r_3 = -57.0210$			
	$d_3 = 4.0000$			
	$r_4 = \infty$			
	$d_4 = 20.0000$	$n_3 = 1.56883$	$\nu_3 = 56.36$	
15	$r_5 = \infty$			
	$d_5 = 20.0000$	$n_4 = 1.56883$	$\nu_4 = 56.36$	
	$r_6 = \infty$			
20	$d_6 = 30.5000$			
	$r_7 = \infty$			
	$d_7 = 12.0000$	$n_5 = 1.56883$	$\nu_5 = 56.36$	
25	$r_8 = \infty$			
	$d_8 = 10.0000$			
	$r_9 = \infty$			
	$d_9 = 12.0000$	$n_6 = 1.56883$	$\nu_6 = 56.36$	
30	$r_{10} = \infty$			
	$d_{10} = 18.0000$			
	$r_{11} = \infty$			
35	$d_{11} = 2.5000$	$n_7 = 1.51633$	$\nu_7 = 64.14$	
	$r_{12} = -35.4270$			
	$d_{12} = 3.0000$			
40	$r_{13} = \infty$			
	$d_{13} = 12.0000$	$n_8 = 1.56883$	$\nu_8 = 56.36$	
	$r_{14} = \infty$			
	$d_{14} = 3.0000$			
45	$r_{15} = \infty$ (Blende)			
	$d_{15} = 14.9936$			
	$r_{16} = 14.4950$			
50	$d_{16} = 3.1000$	$n_9 = 1.63980$	$\nu_9 = 34.46$	
	$r_{17} = 30.3850$			
	$d_{17} = 4.0121$			
55	$r_{18} = -25.5920$			
	$d_{18} = 2.0000$	$n_{10} = 1.72825$	$\nu_{10} = 28.46$	
	$r_{19} = 10.6910$			
	$d_{19} = 4.5100$			
60	$r_{20} = 31.4850$			
	$d_{20} = 1.4500$	$n_{11} = 1.80518$	$\nu_{11} = 25.42$	
65				

$$r_{21} = 17.0410$$

$$d_{21} = 3.3800 \quad n_{12} = 1.81600 \quad \nu_{12} = 48.62$$

$$r_{22} = -17.0410$$

$$d_{22} = 11.2749$$

$$r_{23} = \infty$$

$$d_{23} = 21.2450 \quad n_{13} = 1.56883 \quad \nu_{13} = 56.36$$

$$r_{24} = \infty$$

$$d_{24} = 33.5830$$

$$r_{25} = \infty \text{ (Bild)}$$

Die erste Ausführung des Übertragungslinsensystems hat den in Fig. 9 gezeigten Aufbau, wo 34L eine Abbildungslinsenkomponeute bezeichnet, wobei ebene Platten 35L, 36L, 37L und 40L die in Fig. 8 gezeigten Reflexionsprismen bezeichnen, 41L ein Übertragungslinsensystem bezeichnet und 43L eine Aperturblende.

In der ersten Ausführung des Übertragungslinsensystems wird ein brennpunktloses Lichtbündel, das aus einem brennpunktlosen Linsensystem 7 austritt, durch die Abbildungslinsenkomponeute 34L in dem Reflexionselement 37L wie in Fig. 9 gezeigt abgebildet, nachdem das Lichtbündel durch die Reflexionselemente 35L und 36L hindurchgetreten ist. Die erste Ausführung hat einen Aufbau, bei dem das Lichtbündel durch eine Aperturblende 43L hindurchtritt, die an einer Stelle angeordnet ist, die mit der Stereoeffekt-Einstellblende 3 übereinstimmt oder konjugiert, nachdem das Lichtbündel abgebildet ist und durch die Reflexionselemente 38L und 40L getreten ist, und durch ein Übertragungslinsensystem 41L, das das Lichtbündel durch das Reflexionselement 42L hindurchtreten läßt und das in dem Reflexionselement 37L erzeugte Bild auf einer Bildaufnahmefläche 59L (Fig. 8) erneut abbildet.

Das Betrachtungssystem für das rechte Auge hat einen Aufbau, der jenem des Betrachtungssystems für das linke Auge gleicht, außer für die Stellen der Reflexionselemente, die sich von jenen in dem Betrachtungssystem für das linke Auge etwas unterscheiden. Konkret gesagt, ist das Reflexionselement 37R an einer Stelle angeordnet, die an der Objektseite um 7,5 mm von dem Reflexionselement 37L entfernt ist. Ferner ist das Reflexionselement 38R an einer Stelle angeordnet, die an der Bildseite um 9,5 mm von dem Reflexionselement 38L entfernt ist. In der zweiten Ausführung ist andererseits das Reflexionselement 37R an einer Stelle angeordnet, die an der Objektseite um 4,5 mm von dem Reflexionselement 37L entfernt ist. Ferner ist das Reflexionselement 38R an einer Stelle angeordnet, die an der Bildseite um 13,5 mm von dem Reflexionselement 38L entfernt ist. Jedenfalls können die Reflexionselemente der optischen Betrachtungssysteme für das rechte Auge und das linke Auge gemäß Fig. 8 angeordnet werden, ohne Änderung der optischen Weglängen und ohne Beeinflussung der Abbildungsleistung.

Die erste Ausführung des Übertragungslinsensystems, bei dem aus dem Übertragungslinsensystem austretende Hauptstrahlen nicht parallel zueinander sind, ist bei Verwendung einer Einzelplatten-Videokamera nicht problematisch, erzeugt aber Farbschatten, wenn man eine Dreiplatten-Videokamera verwendet, die ein Dreifarben-Zerlegungsprisma verwendet.

Eine zweite Ausführung des Übertragungslinsensystems hat den in Fig. 10 gezeigten Aufbau, wobei eine Abbildungslinsenkomponeute 34L ein aus dem brennpunktlosen Zoom-Linsen-System austretendes brennpunktloses Lichtbündel zwischen planparallelen Platten (Reflexionselementen) 37L und 38L abbildet. Nachdem das Lichtbündel durch ein Reflexionselement 38L hindurchgetreten ist, bildet eine Übertragungslinsenkomponeute 39L dieses Lichtbündel hinter einem Reflexionselement 42L noch einmal ab. Das Lichtbündel ist beim Austritt aus dem Übertragungslinsensystem 41L telezentrisch.

Die zweite Ausführung des Übertragungslinsensystems ist dadurch gekennzeichnet, daß das aus dem Übertragungslinsensystem 41L austretende Lichtbündel telezentrisch ist, wodurch das Übertragungslinsensystem das Auftreten von Farbschatten verhindern kann, auch wenn es ein Farbzerlegungsprisma unter Verwendung einer Interferenzfolie verwendet. Anders gesagt, die Übertragungslinsenkomponeute 39L hat einen Aufbau, der telezentrisch ist und Aberrationen in günstiger Weise korrigiert.

Abgesehen von einer Abweichung zwischen dem rechten und dem linken Bild, verursacht durch Dioptrien, erschwert eine Differenz von Vergrößerungen oder fokussierten Stellen zwischen dem rechten und dem linken Bild die Betrachtung eines Bilds, das durch ein Stereo-Fotografie- oder -aufnahmesystem erzeugt ist, wie etwa dem erfindungsgemäßen Stereomikroskop. Daher ist es bei gemeinsam verwendeten rechten und linken optischen Systemen erforderlich, die optischen Weglängen in dem rechten und linken optischen System einander anzugleichen. Ferner muß das Stereo-Aufnahmesystem bei räumlichen Einschränkungen kompakt ausgestaltet werden, wie etwa durch die Form einer Videokamera, welche eine Position des Stereo-Aufnahmesystems bestimmt. Da das erfindungsgemäße optische System eine große Gesamtlänge hat, ist es sehr wirkungsvoll, das Stereo-Aufnahmesystem derart auszulegen, daß es mechanisch um einen geringen Weg bewegt wird und Platz für ausreichende optische Weglängen beläßt.

Daher wird bevorzugt das Stereo-Aufnahmesystem derart ausgestaltet, daß es zwei oder mehr Reflexionsflächen aufweist, wobei optische Achsen aller Lichtbündel, die von einer Einfallstelle zu einer Austrittsstelle laufen, auf einer Ebene liegen, wobei einfallende und austretende Lichtbündel zueinander parallele optische Achsen besitzen und wobei das einfallende Lichtbündel und die austretenden Lichtbündel in einer einander entgegengesetzten Richtung laufen.

In dem in Fig. 8 gezeigten optischen System ist ein Aufbau von dem Lichtbündel, das aus dem Reflexionselement (Reflexionsprisma) 36L austritt, zu dem Lichtbündel, das auf das Übertragungslinsensystem fällt, und ein Abschnitt von der optischen Achse des Lichtbündels, das von dem Reflexionselement (Reflexionsprisma) 35R austritt, zu der optischen Achse des Lichtbündels, das auf das Reflexionselement 36R fällt, wie oben beschrieben angeordnet. Demzufolge erzeugt

eine Bewegung des Reflexionselements über einen bestimmten Weg eine Änderung der optischen Weglänge über einen doppelt so langen Weg, was bei der Einstellung der optischen Weglänge sehr wirkungsvoll ist.

Bei dem in Fig. 8 gezeigten Aufbau werden das Reflexionselement 37L und das Reflexionselement 38L in dem optischen Weg für das linke Auge in Richtungen entlang den parallelen optischen Achsen bewegt, d. h. in den mit den Pfeilen 63 und 64 bezeichneten Richtungen, und das Reflexionselement 36R und das Reflexionselement 37R werden in dem optischen Weg für das rechte Auge in Richtungen bewegt, die mit den Pfeilen 65 und 66 bezeichnet sind. Es ist daher wirkungsvoll, diese optischen Wege zur Einstellung der optischen Weglängen zu verwenden. Um einen stereoskopischen Überstand oder Vorsprung zu verkürzen; ist es bevorzugt, daß die oben erwähnten Ebenen in den rechten und linken fotografischen optischen Wegen bzw. Aufnahmewegen einander orthogonal schneiden. Wenn die Reflexionselemente 35L, 36L, 35R, 36R etc. zu befestigen sind, ist es im Hinblick auf eine kompakte Ausgestaltung des gesamten optischen Systems bevorzugt, 35L an 36L zu kitten und 35R an 36L zu kitten. Bei jeder der oben beschriebenen Ausführungen des Übertragungslinsensystems ist 35L an 36L gekittet und 35R ist an 36R gekittet.

In dem Stereo-Aufnahmesystem kann ein Bild an der Nebenbetrachterseite in der gleichen Richtung wie ein an der Hauptbetrachterseite liegen, wenn eine Ebene, welche die optischen Einfallssachsen für die rechten und linken Augen enthält, parallel zu einer Ebene ist, welche eine optische Achse von Lichtbündeln enthält, welche auf das Strahlenteilerelement 8 fallen und hiervon austreten, und die Bildlinsenkomponente 34R des Aufnahmesystems befindet sich an einer Seite des Reflexionselements 9 des Strahlenteilerelements 8.

Da das Stereo-Aufnahmesystem mit dem oben beschriebenen Aufbau hinter dem Strahlenteilerelement 8 in dem optischen System von Fig. 1 anzuordnen ist, wird ein Lichtbündel durch die Reflexionselemente des Aufnahmesystems eine ungerade Zahl von Malen reflektiert. Wenn das Aufnahmesystem an der Stelle des Betrachtungslinsentubus 21 angeordnet ist, der in den Fig. 3, 4 und den Fig. 6, 7 gezeigt ist, wird ein Lichtbündel eine gerade Anzahl von Malen reflektiert, bis es auf das Aufnahmesystem fällt, wodurch das Bild von innen nach außen gedreht wird und die Stelle der Stereoeffekt-Einstellblende nicht mit der Stelle der Aperturblende übereinstimmt. Um die Anzahl von Reflexionen in Übereinstimmung zu bringen und die konjugierende Beziehung zwischen der Aperturblende und der Stereoeffekt-Einstellblende beizubehalten, muß man Reflexionselemente für eine ungerade Anzahl von Reflexionen vor den Abbildungslinsenkomponenten 34L und 34R in dem Stereo-Aufnahmesystem anordnen, so daß sie anstelle des Linsentubus angeordnet werden können.

Nun wird eine vierte Ausführung des Stereomikroskops beschrieben, das konfiguriert ist, um ein TV- bzw. Videobild für eine Vielzahl von Betrachtern zu erzeugen.

Die vierte Ausführung gestattet die Betrachtung eines TF- oder Videobilds unter Verwendung des oben beschriebenen optischen Systems, welches ein Lichtbündel dreiteilt, so daß ein Bild gleichzeitig von drei Betrachtern betrachtet werden kann.

Fig. 11 zeigt perspektivisch eine Gesamtkonfiguration der vierten Ausführung, mit der ein TV- oder Videobild betrachtet werden kann. In Fig. 11 ist mit 64 ein Mikroskoptubus bezeichnet, der das in Fig. 1 gezeigte optische System aufweist. Mit 65 ist ein Strahlenteilerabschnitt bezeichnet, der das in Fig. 3 gezeigte optische System aufweist, von dem der Linsentubus 21 weggelassen ist. An dem Strahlenteilerabschnitt angebracht sind ein Hauptbetrachter-seitiger Videobetrachtungslinsentubus 60, ein Nebenbetrachter-seitiger Videobetrachtungslinsentubus 61, ein Hauptbetrachterseitiges Stereofotografie- oder -aufnahmesystem 62 und ein Nebenbetrachter-seitiges Stereofotografie- oder -aufnahmesystem 63.

Fig. 12 zeigt den Aufbau des Hauptbetrachter-seitigen Videobetrachtungslinsentubus 60 und des Nebenbetrachter-seitigen Videobetrachtungslinsentubus 61. In Fig. 12 bezeichnen 44L und 44R Abbildungslinsenkomponenten zur Betrachtung durch das linke Auge bzw. das rechte Auge, 46L, 47L und 46R, 47R Bilddreher, 45L, 45R und 48L, 48R und 49L, 49R Reflexionselemente, 50L und 50R Bildeinsetz- oder -einspiegelemente, 51L und 51R Okulare, 52L und 52R Anzeigen und 53L und 53R Abbildungslinsenkomponenten.

Bei dem Betrachterlinsentubus mit dem in Fig. 12 gezeigten Aufbau fällt ein brennpunktloses Lichtbündel auf die Abbildungslinsenkomponente 44L und wird durch diese Linsenkomponente in einem optischen System für das linke Auge abgebildet. Das Lichtbündel wird durch das Reflexionselement 45L in einer zur optischen Einfallssachse orthogonalen Richtung reflektiert, fällt auf die Bilddreher 46L und 47L, in denen das Lichtbündel fünfmal reflektiert wird und auf einer Verlängerungslinie des optischen Einfallswegs austritt. Das aus dem Bilddreher 47L austretende Lichtbündel fällt auf das Reflexionselement 48L, in dem das Lichtbündel dreimal reflektiert wird und in einer Richtung austritt, die parallel zur optischen Einfallssachse und der Einfallrichtung entgegengesetzt ist. Ein aus dem Reflexionsprisma 48L austretendes Lichtbündel fällt auf das Reflexionselement 49L und tritt nach Reflexion in einer orthogonalen Richtung aus. Nach Reflexion durch das Reflexionselement 49L wird das Lichtbündel in der Abbildungslinsenkomponente 44L abgebildet. Ein von der Abbildungslinsenkomponente 44L abgebildetes Bild wird durch das Okular 51L zur Betrachtung mit dem linken Auge vergrößert.

An der Seite des rechten Auges wird ein Lichtbündel in der gleichen Weise bearbeitet, um ein vergrößertes Bild zur Betrachtung durch das rechte Auge zu erzeugen.

In dem oben beschriebenen optischen System können die Bilder durch Drehen der Bilddreher 46L, 47L und 46R, 47R um ihre optischen Achsen aufgerichtet werden.

Obwohl in Fig. 12 der einfacheren Darstellung wegen die Bilder nicht aufgerichtet werden, sind die Bilddreher tatsächlich um 90° um die Rotationsachse herum gedreht.

Es besteht die Möglichkeit, einen Neigungswinkel ohne Bilddrehung zu ändern, indem man die Bilddreher um einen Winkel θ um die Rotationsachsen dreht und einen Abschnitt von dem Reflexionselement 48L zu dem Okular 51L hinter den Bilddrehern in einem Winkel 2θ um die gleiche Rotationsachse dreht.

Ein Auge-Auge-Abstand des Okulars kann eingestellt werden durch Bewegen eines Abschnitts von dem Reflexionselement 49L zu dem Okular 51L in Richtung längs einer optischen Einfallssachse des Reflexionselements 49L.

Um die Fokussierung oder Perfokalität beizubehalten, wird das Okular 51L in Richtung längs der optischen Achse bewegt, wenn es zur Einstellung des Auge-Auge-Abstands bewegt wird.

Um das von dem Stereoaufnahmesystem aufgenommene oder fotografierte Bild anzuzeigen, sind die Anzeigen 52L und 52R an den Linsentuben angeordnet und durch die Abbildungslinsenkomponenten 53L und 53R an die Bildebenen der Okulare 51L und 51R angepaßt.

Das Bildeinsetzelement 50L ermöglicht die Betrachtung des von dem Aufnahmesystem erzeugten Bilds durch das Okular 51L. Die Anzeige 52L kann ein Flüssigkristallmonitor oder eine Reflexions-Flüssigkristallanzeige sein. Das Bildeinsetzelement 50L kann ein Schaltspiegel sein, wenn er in einem schaltbaren Modus betreibbar sein soll, oder ein halbdurchlässiger Spiegel, wenn er zum Zusammensetzen von Bildern verwendet werden soll.

Ein Videoaufnahme- oder -fotografiesystem wird hinter dem Reflexionselement 8 angeordnet, wenn es als das Hauptbetrachter-seitige stereoskopische Videoaufnahmesystem 62 verwendet werden soll, oder an jener rechten oder linken Nebenbetrachterseite, die von den drei Betrachtern nicht benutzt wird, wenn es als das Nebenbetrachter-seitige Stereoaufnahmesystem 63 verwendet werden soll. Bevorzugt wird das Nebenbetrachterseitige Stereoaufnahmesystem derart angeordnet, daß es ein Bild erzeugt, dessen Richtung mit einem Bild in einem Nebenbetrachtersystem der anderen Nebenbetrachterseite übereinstimmt. Zu diesem Zweck genügt es, die Reflexionselemente für die ungerade Anzahl von Reflexionen vor dem Nebenaufnahmesystem anzuordnen, so daß eine durch eine optische Achse der Reflexionselemente gebildete Ebene (eine die optische Achse enthaltende Ebene) parallel zu einer Ebene ist, welche die rechten und linken optischen Achsen in dem Nebenaufnahmesystem enthält, und so daß das Aufnahmesystem für das linke Auge des Nebenaufnahmesystems mit dem optischen Weg für das rechte Auge des Nebenaufnahmesystems optisch fluchtet oder hierzu ausgerichtet ist. Durch diese Anordnung des Nebenaufnahmesystems lassen sich Bilder erhalten, die die gleiche Richtung haben, auch wenn das an der Nebenbetrachterseite aufgenommene Bild gewählt wird. Obwohl das fotografierte Bild eine Dioptrie hat, die sich von jener des tatsächlich betrachteten Bilds unterscheidet, ist der Unterschied gering und im praktischen Gebrauch unproblematisch.

An der Hauptbetrachterseite kann die Beziehung zwischen Bildern in dem Nebenbetrachter-seitigen Stereoaufnahmesystem 63 und dem Nebenbetrachter-seitigen Videobild-Betrachtungslinsentubus beibehalten werden, indem man den Hauptbetrachter-seitigen Videobild-Betrachtungslinsentubus 60 um eine Verlängerungslinie von der optischen Austrittsachse der zweiten Linsenkomponente 14 des Übertragungslinsensystems für den Einfall auf den Linsentubus dreht und das Hauptbetrachter-seitige Stereoaufnahmesystem 62 um die optische Achse des brennpunktlosen Zoom-Linsensystems 7 gemeinsam mit der Drehung des Hauptbetrachter-seitigen Videobild-Betrachtungslinsentubus dreht. Die Linsentuben können gemeinsam um die optische Achse des Reflexionselements 28 gedreht werden, so daß eine Richtung eines Bildes in dem Nebenbetrachter-seitigen Betrachtungslinsentubus 61 sich nicht von einem Bild in dem Nebenbetrachter-seitigen Stereoaufnahmesystem 63 unterscheidet.

Es ist kein Sperrmechanismus erforderlich, da sich die optische Achse an der Objektseite nicht bewegt, wenn der Linsentubus durch den Bilddreher 29 gedreht wird. Bevorzugt ist es daher, den Bilddreher 29 und die Aufnahmevorrichtung festzulegen, wenn das Nebenbetrachter-seitige Stereoaufnahmesystem 68 an dem Bilddreher 29 angebracht werden soll.

Der oben beschriebene Aufbau ermöglicht es nur unter ungünstigen Umständen nicht, durch Anbringen des rechten und linken Aufnahmesystems und der Bildeinsetzvorrichtung den Augenort günstiger zu legen, und ermöglicht es, daß zwei Haupt- und Nebenbetrachter ein Videobild mit einem günstigen Stereoeffekt betrachten.

Das erfindungsgemäße Stereomikroskop ermöglicht es, daß mehrere Betrachter ein Stereobild mit dem gleichen Sichtfeld, der gleichen Vergrößerung und an einer lesbaren oder günstigen Stelle zu betrachten und die Augen in der Nähe eines Objekts anzuordnen. Das erfindungsgemäße Stereomikroskop ist kompakt, gestattet die Betrachtung rechter und linker Bilder, welche kaum unterschiedlich sind, und umfaßt eine Stereoaufnahmevorrichtung, die anstelle eines Linsentubus angebracht werden kann. Das mit der Aufnahmevorrichtung ausgestattete Stereomikroskop ermöglicht ebenfalls die Anordnung der Augen in der Nähe des Objekts, so daß mehrere Betrachter ein Videobild betrachten können, das sich von einem Betrachtungsbild nicht unterscheidet.

Das erfindungsgemäße Stereomikroskop umfaßt ein Objektivsystem, ein System mit variabler Brennweite und ein Linsentubussystem und ist dadurch gekennzeichnet, daß eine Mehrzahl von Strahlenteiler-elementen 22L, 22R, 23, die Strahlenteilerflächen 22L(R), 22R(R) besitzen, welche ein von dem System variabler Brennweite austretendes Lichtbündel teilen, derart angeordnet ist, daß die abgeteilten Lichtbündel in das Linsentubussystem 21, 21 gelangen und daß eine Grenze zwischen einer der Strahlenteilerflächen oder einer Verlängerungsebene davon und einer anderen der Strahlenteilerflächen oder einer Verlängerungsebene davon innerhalb des Lichtbündels liegt, das aus dem System variabler Brennweite austritt.

Patentansprüche

1. Stereomikroskop, umfassend: ein optisches Objektivsystem (2); ein optisches System mit veränderlicher Brennweite (7); sowie ein optisches Linsentubussystem, wobei eine optische Achse des optischen Objektivsystems zu jener des optischen Systems mit veränderlicher Brennweite optisch ausgerichtet ist, wobei das Mikroskop zumindest eine Abbildungsstelle aufweist, wobei das optische Linsentubussystem ein Paar rechter und linker Aperturblenden (25, 43L), eine abbildende Linsenkomponente (44R, L) sowie Okulare (21, 51L, 51R) aufweist, wobei durch die rechten und linken Aperturblenden (25, 43L) festgelegte rechte und linke optische Betrachtungsachsen durch Stellen hindurchgehen, die sich von einer optischen Achse des optischen Systems mit veränderlicher Brennweite (7) unterscheiden, wobei das Mikroskop zumindest zwei Strahlenteiler-elemente (22) aufweist, die ein aus dem optischen System mit veränderlicher Brennweite (7) austretendes Lichtbündel (57) in ein durchtretendes Lichtbündel und reflektierte Lichtbündel teilen, und wobei eine Schnittebene zwischen einer Strahlenteilerfläche (22L(R)) eines Strahlenteiler-elementes (22L) der Strahlenteiler-elemente oder einer Verlängerungsebene davon und einer Strahlenteilerfläche (22R(R)) des anderen Strahlenteiler-elementes (22R) oder einer Verlängerungsebene davon innerhalb eines Lichtbündels liegt, das aus dem optischen System mit veränderlicher Brennweite (7) austritt.
2. Stereomikroskop, umfassend: ein optisches Objektivsystem (2), ein optisches System mit variabler Brennweite

- (7); sowie ein optisches Linsentubussystem, wobei eine optische Achse des optischen Objektivsystems (2) zu jener des optischen Systems mit variabler Brennweite (7) optisch ausgerichtet ist, wobei das Mikroskop zumindest eine Abbildungsstelle aufweist, wobei das optische Linsentubussystem rechte und linke Aperturblenden (25, 43L), eine abbildende Linsenkomponente (44R, L) sowie Okulare (21, 51L, 51R) aufweist, wobei durch die rechten und linken Aperturblenden bestimmte rechte und linke optische Betrachtungsachsen durch Stellen hindurchgehen, die sich von der optischen Achse des optischen Systems variabler Brennweite (7) unterscheiden, wobei das Stereomikroskop ein Stereobildaufnahmesystem aufweist und wobei das von dem Stereobildaufnahmesystem aufgenommene Stereobild einem durch das optische Linsentubussystem erzeugten Betrachterbild entspricht.
3. Stereomikroskop, umfassend: ein optisches Objektivsystem (2), ein optisches System mit variabler Brennweite (7); sowie ein optisches Linsentubussystem, wobei eine optische Achse des optischen Objektivsystems zu jener des optischen Systems mit variabler Brennweite (7) optisch ausgerichtet ist, wobei das Mikroskop zumindest eine Abbildungsstelle aufweist, wobei das optische Linsentubussystem ein Paar rechter und linker Aperturblenden (25, 43L), eine abbildende Linsenkomponente (44R, L) sowie Okulare (51L, 51R) aufweist, wobei rechte und linke optische Betrachtungsachsen durch Stellen hindurchtreten, die sich von einer optischen Achse des optischen Systems mit variabler Brennweite (7) unterscheiden, wobei das Stereomikroskop ein Stereobildaufnahmesystem (62, 63) mit einem Paar optischer Wege aufweist, die einen ersten optischen Weg und einen zweiten optischen Weg bilden, wobei das Stereobildaufnahmesystem ein optisches Abbildungssystem aufweist, welches ein Lichtbündel einmal abbildet, und wobei eine Aperturblende des stereoskopischen optischen Systems mit der Aperturblende (25, 43L) des optischen Linsentubussystems angenähert übereinstimmt.
4. Stereomikroskop nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Bildaufnahmerichtung des Stereobildaufnahmesystems gemeinsam mit einer Modifikation einer Betrachtungsrichtung des optischen Systems mit variabler Brennweite (7) geändert wird.
5. Stereomikroskop nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das optische System mit variabler Brennweite (7) ein brennpunktloses System variabler Brennweite und zumindest ein Einzelzyklus-Übertragungslinsensystem (10) aufweist, wobei zwischen dem brennpunktlosen System variabler Brennweite (7) und dem Einzelzyklus-Übertragungslinsensystem (10) ein weiteres Strahlenteilerelement angeordnet ist, und wobei zumindest ein Stereoaufnahmesystem in einem von dem weiteren Strahlenteilerelement geteilten Lichtbündel angeordnet ist.
6. Stereomikroskop nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Mikroskop ein erstes Bildaufnahmesystem aufweist, das in einem aus dem Einzelzyklus-Übertragungslinsensystem (10) austretenden Lichtbündel angeordnet ist, und ein weiteres Bildaufnahmesystem aufweist, und wobei eine Bildaufnahmeverrichtung gemeinsam als die Bildaufnahmeverrichtung verwendet wird, wobei die Bildaufnahmeverrichtung in dem durch das Strahlenteilerelement geteilten Lichtbündel angeordnet ist und das optische Aufnahmesystem aufweist.
7. Stereomikroskop nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Grenze zwischen der Strahlenteilerfläche (22L(R)) des einen Strahlenteilerelements (22L) oder einer Verlängerungsebene davon und der Strahlenteilerfläche (22R(R)) des anderen Strahlenteilerelements (22R) oder einer Verlängerungsebene davon die optische Achse (69) des optischen Systems mit variabler Brennweite (7) schneidet.
8. Stereomikroskop nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Mikroskop Bilddreher (29) aufweist, die in den Lichtbündeln angeordnet sind, die jeweils durch die Strahlenteilerelemente (22L, 22R) geteilt sind, und wobei die Bilddreher gemeinsam eine durch die rechten und linken Aperturblenden festgelegte optische Betrachtungsachse verwenden.
9. Stereomikroskop nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Mikroskop optische Abbildungssysteme aufweist, die in dem ersten optischen Weg und dem zweiten optischen Weg angeordnet sind, wobei die zwei optischen Abbildungssysteme die gleichen Linsenkomponenten aufweisen (den gleichen Aufbau haben) und wobei das stereoskopische optische System Reflexionselemente aufweist, die Richtungen und Vergrößerungen der Bilder in Übereinstimmung bringen.
10. Stereomikroskop nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine Linsenkomponente zwischen einem Bildpunkt und einer Öffnung angeordnet ist, die zwischen einem Abbildungspunkt in dem Stereobildaufnahmesystem und einer Bildfläche oder Abbildungsebene ausgebildet ist, so daß das Bildaufnahmesystem telezentrisch ist.
11. Stereomikroskop nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Mikroskop so ausgestaltet ist, daß es ein Umschalten von Reflexionen eines Lichtbündels in dem Stereobildaufnahmesystem zwischen einer ungeraden Anzahl und einer geraden Anzahl gestattet.
12. Stereomikroskop nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß in jedem Weg des ersten optischen Wegs und des zweiten optischen Wegs zumindest zwei Reflexionsflächen angeordnet sind und wobei eine erste optische Achse eines auf einen der optischen Wege fallenden Lichtbündels parallel zu einer zweiten optischen Achse eines von der anderen Reflexionsfläche austretenden Lichtbündels ist.
13. Stereomikroskop nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß eine erste Ebene, die die erste optische Achse und die zweite optische Achse in dem ersten optischen Weg bzw. der ersten optischen Achse enthält, eine zweite Ebene, die die erste optische Achse und die zweite optische Achse in dem zweiten optischen Weg enthält, schneidet.
14. Stereomikroskop nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Ebene die zweite Ebene orthogonal schneidet.
15. Stereomikroskop nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Mikroskop eine Mehrzahl von Reflexionselementen (22L(R), 22R(R)) aufweist, die ein Lichtbündel aus dem optischen System mit variabler Brennweite (7) in ein durchgehendes Lichtbündel und reflektierte Lichtbündel teilen, wobei das optische Linsentubussystem mit einem der durch die Strahlenteilerelemente geteilten Lichtbündel verbunden ist und wobei das Ste-

DE 199 11 145 A 1

reobildaufnahmesystem mit dem anderen der durch die Strahlenteilerelemente geteilten Lichtbündel verbunden ist.

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 1

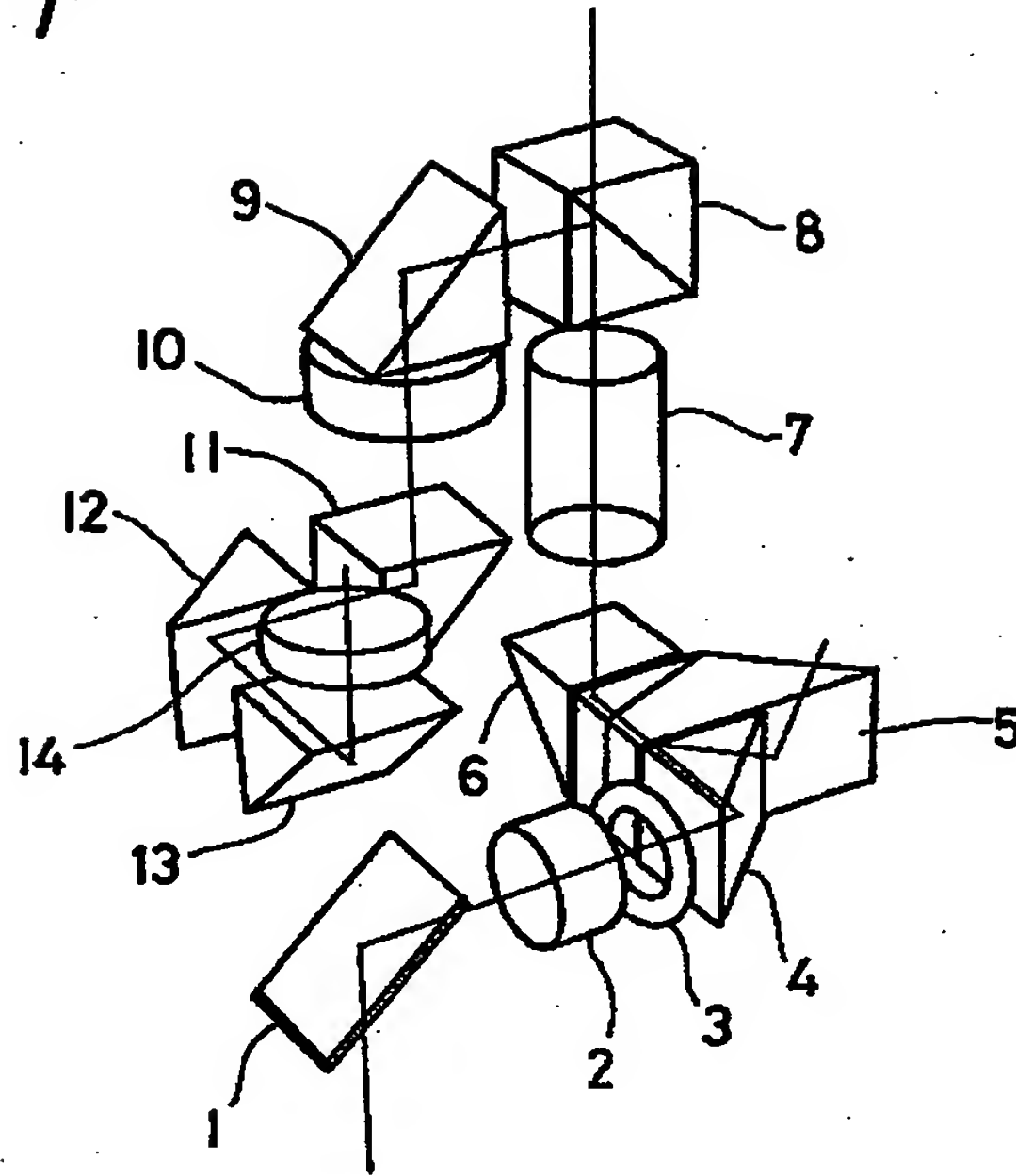


FIG. 2

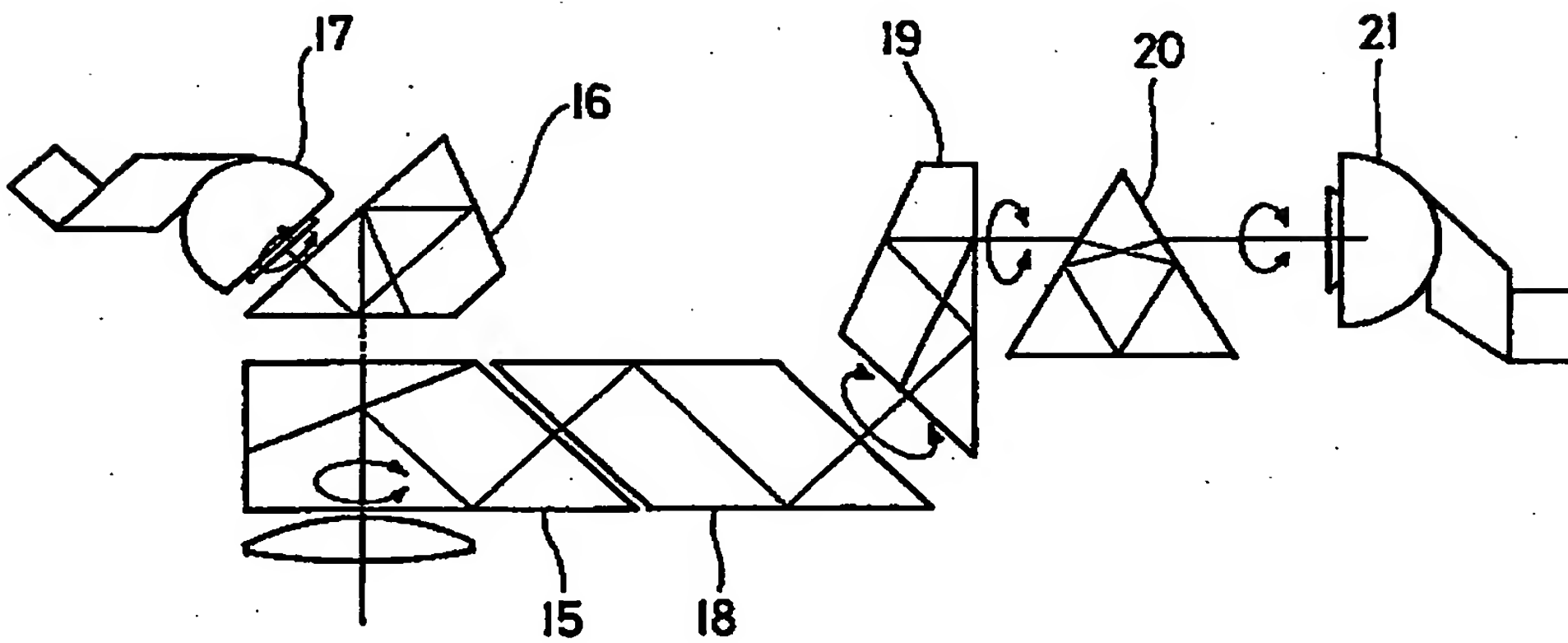


FIG. 3

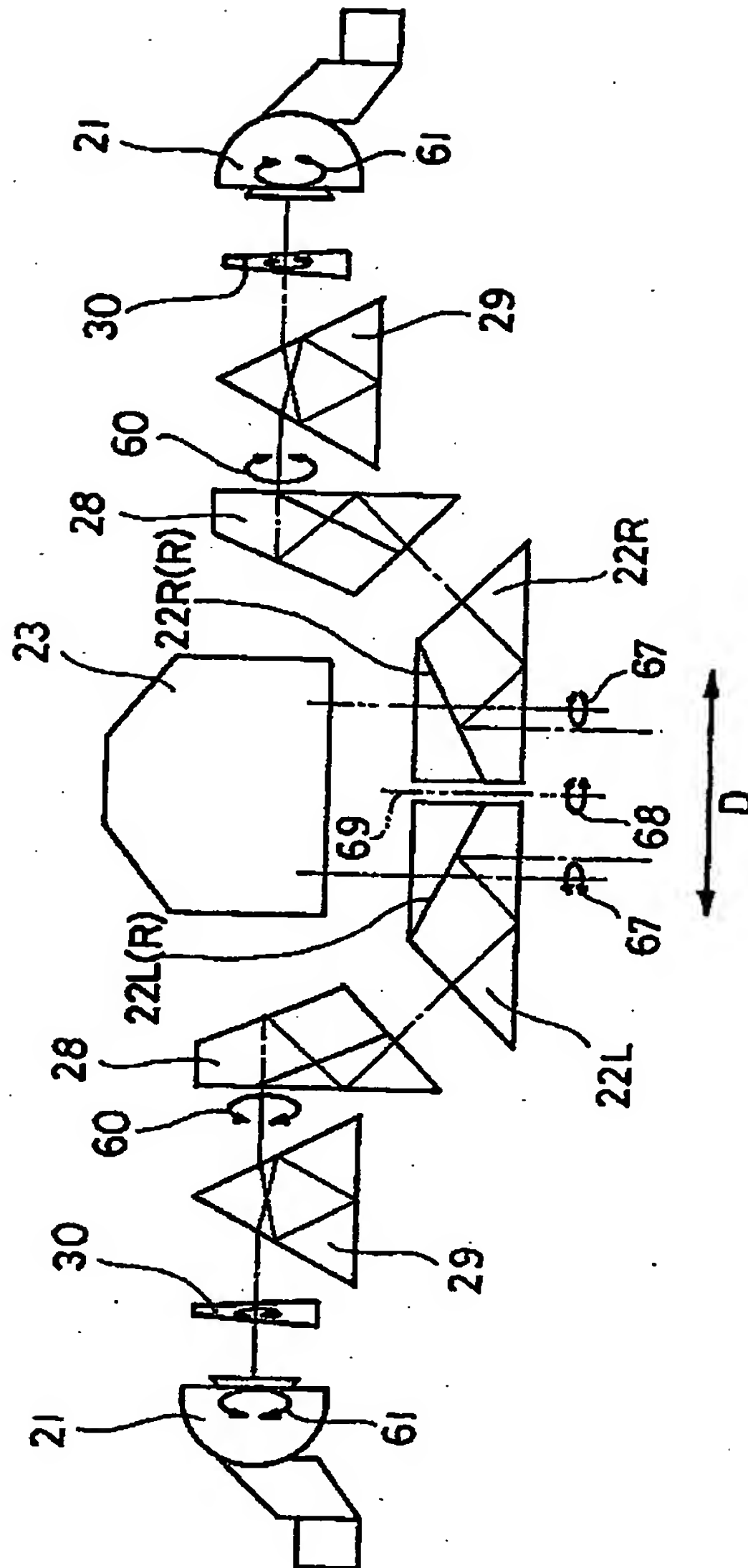


FIG. 4

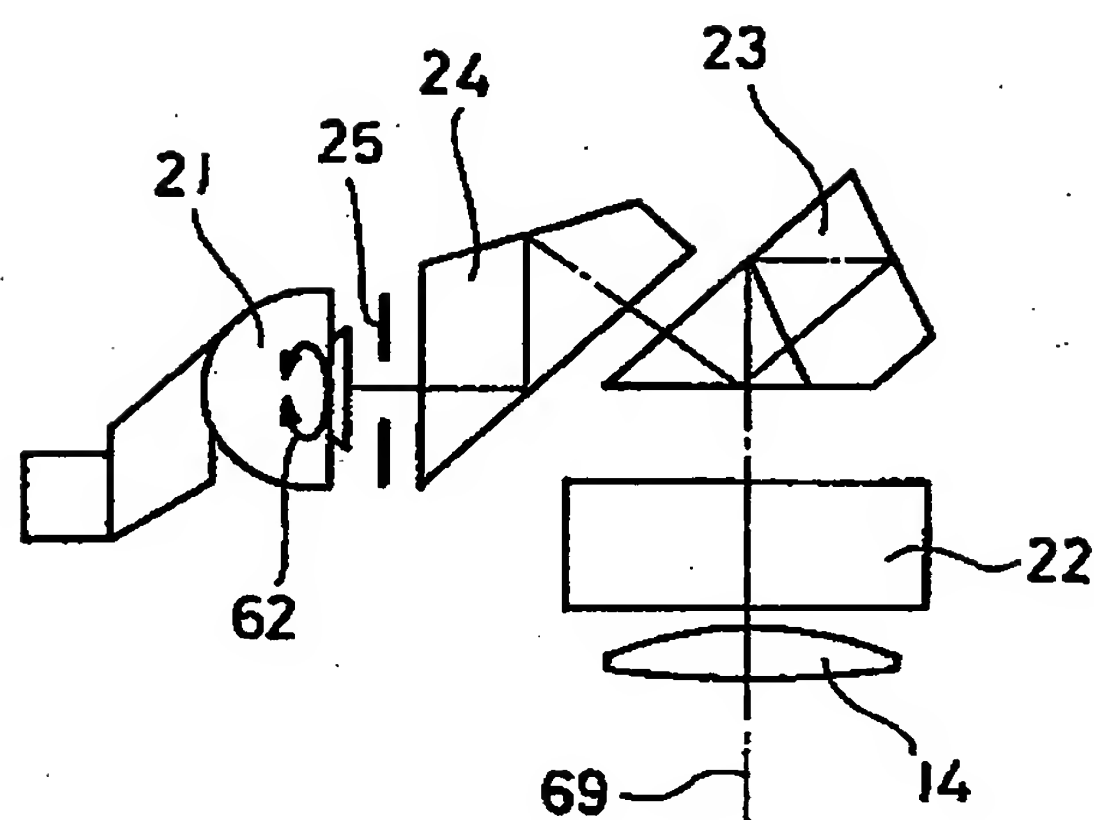


FIG. 5

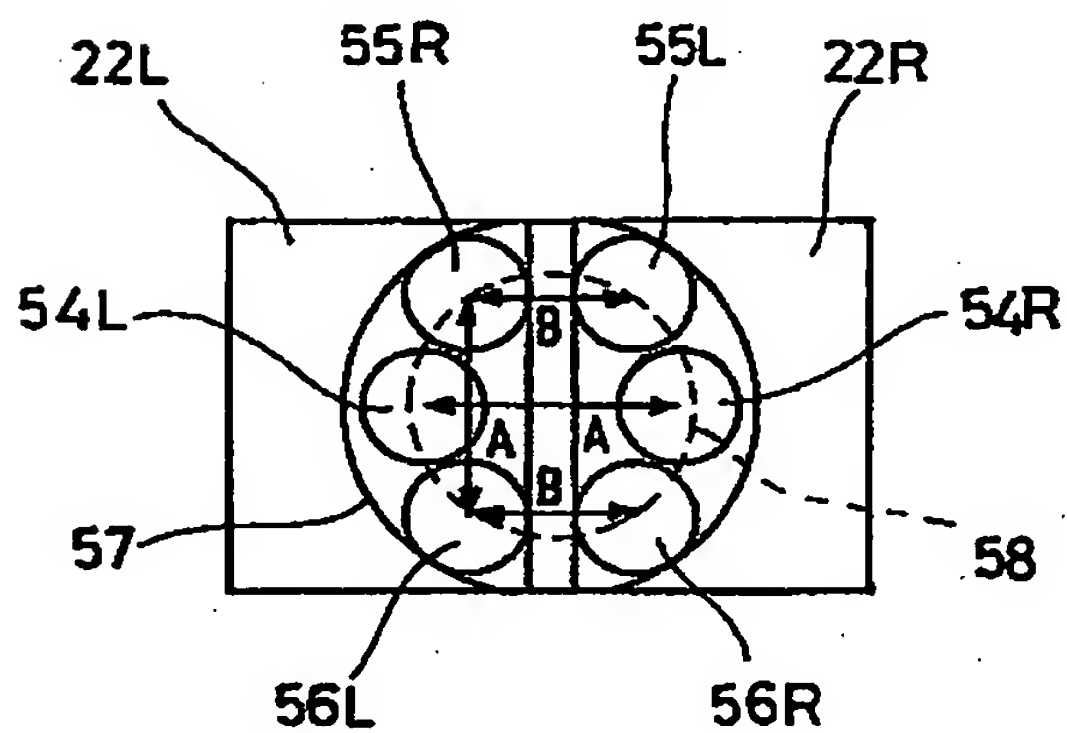


FIG. 6

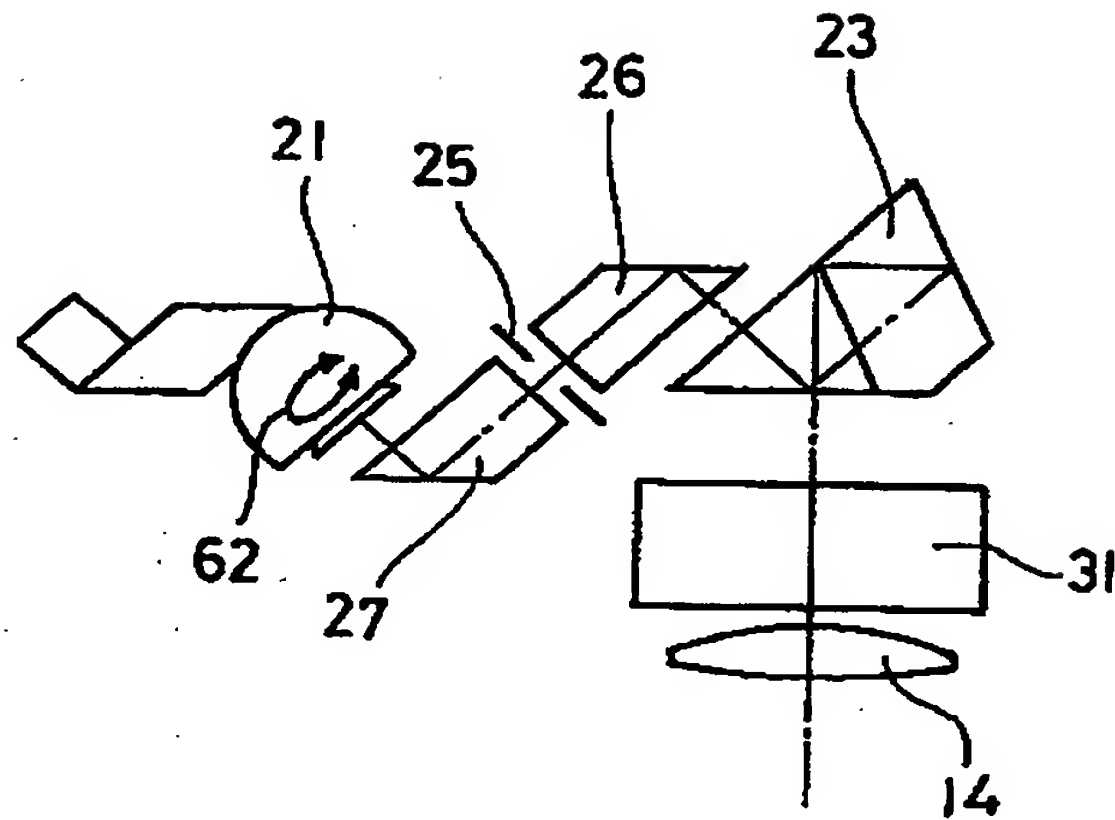


FIG. 8

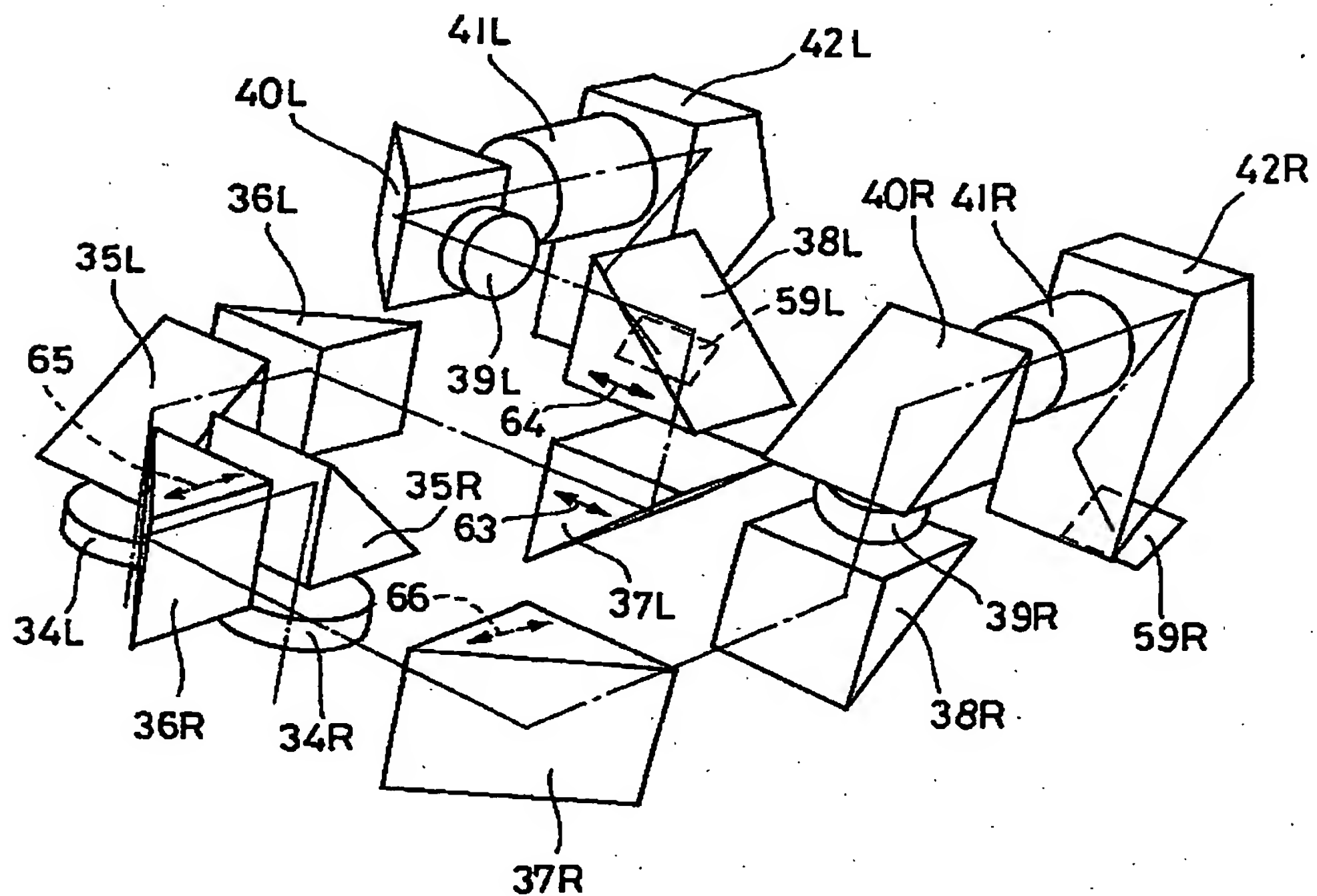


FIG. 7

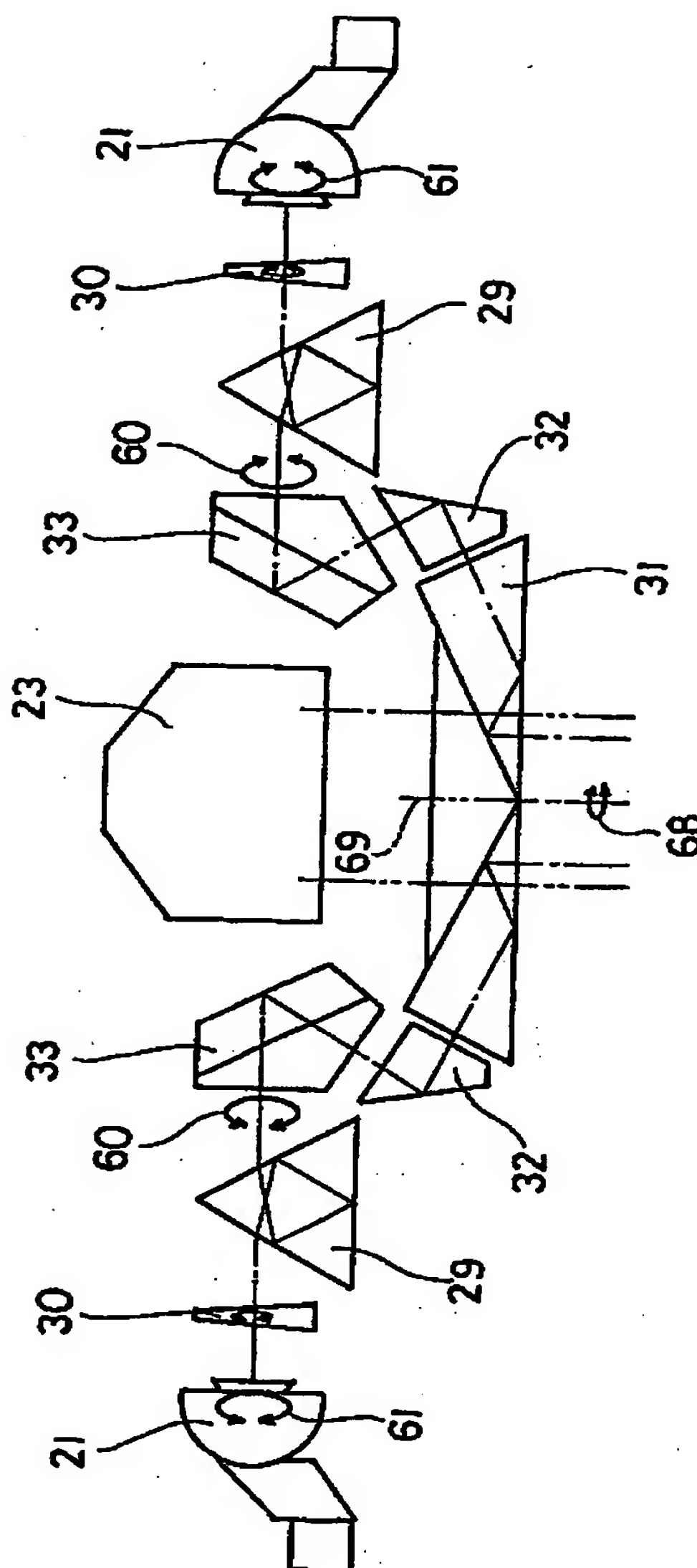


FIG. 9

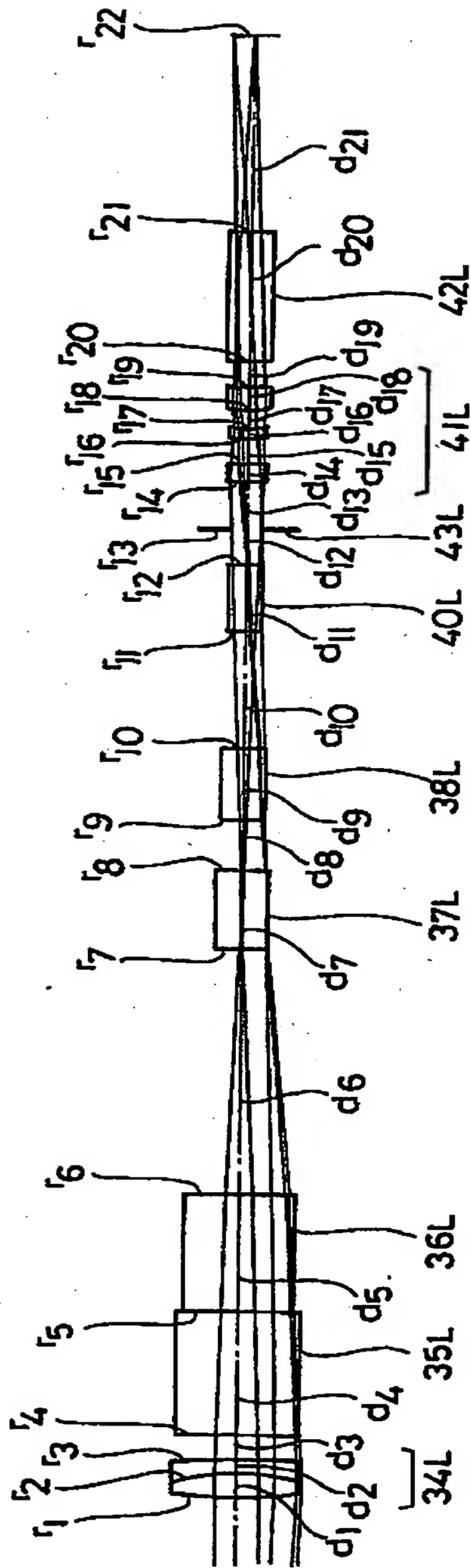


FIG. 10

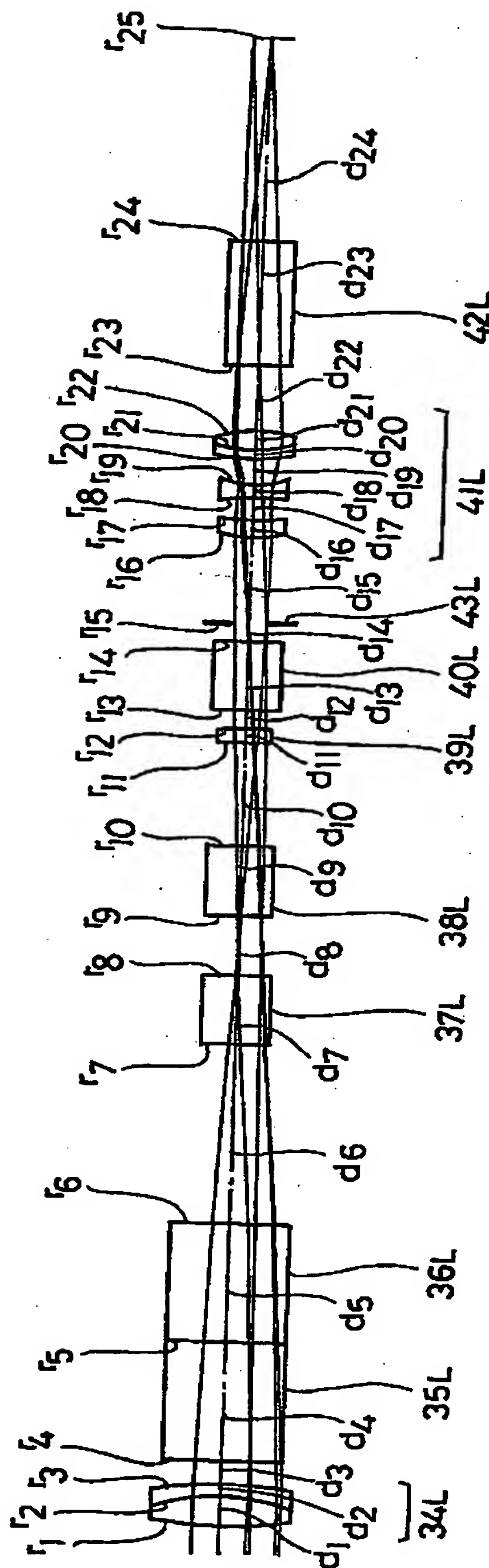


FIG. 11

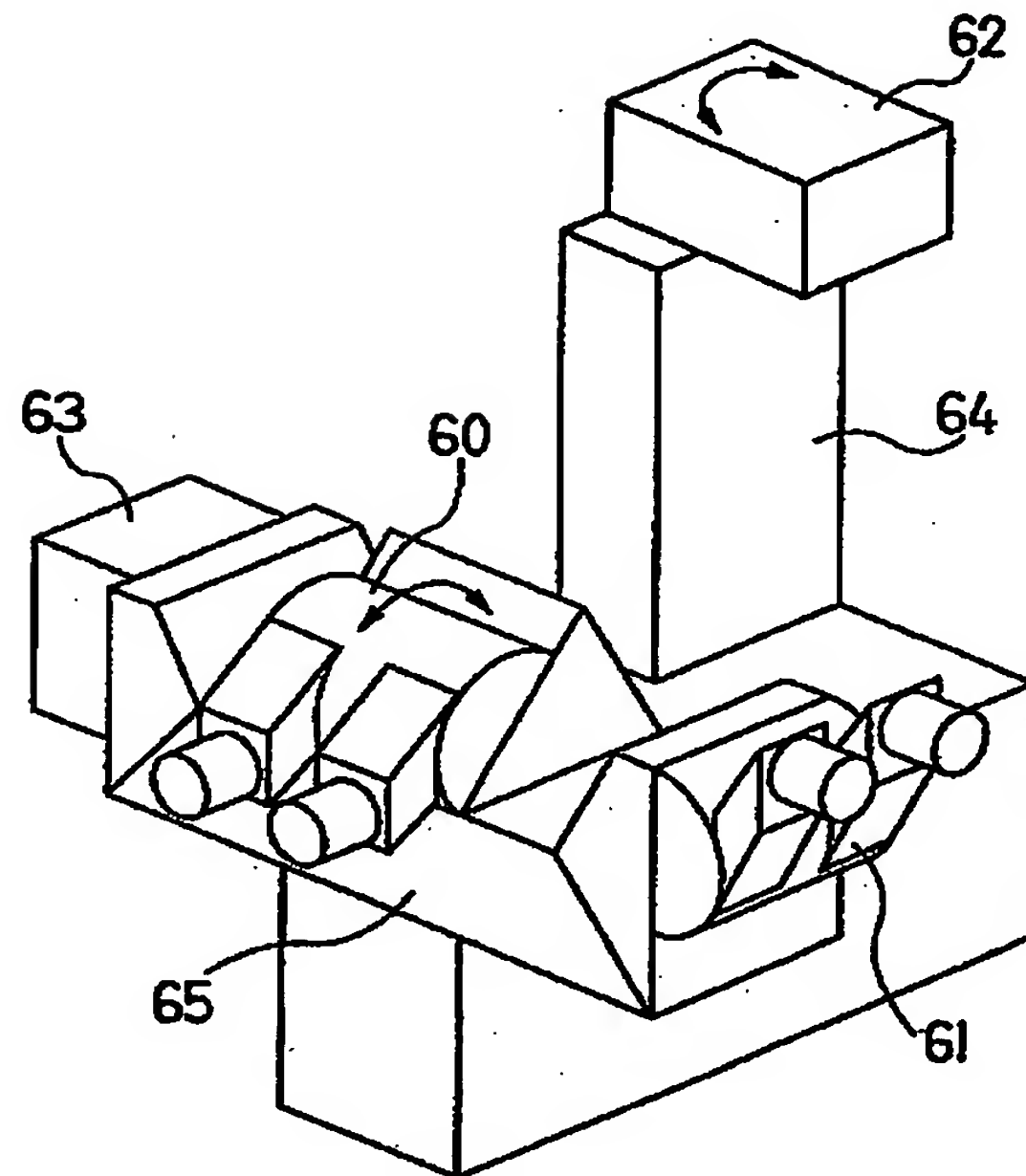


FIG. 12

